COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT QUARANTE-DEUXIÈME.

JANVIER — JUIN 1906.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1906

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1906.

SCIENCES MATHÉMATIQUES

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) (O. ✻).
POINCARÉ (Jules-Henri) (C. ✻).
PICARD (Charles-Émile) (O. ✻).
APPELL (Paul-Émile) (C. ✻).
PAINLEVÉ (Paul) ✻.
HUMBERT (Marie-Georges) ✻.

SECTION II. — *Mécanique.*

LEVY (Maurice) (O. ✻).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) (O. ✻).
DEPREZ (Marcel) (O. ✻).
LÉAUTÉ (Henry) (O. ✻)
SEBERT (Hippolyte) (C. ✻).
VIEILLE (Paul-Marie-Eugène) (O. ✻).

SECTION III. — *Astronomie.*

JANSSEN (Pierre-Jules-César) (C. ✻).
LŒWY (Maurice) (C. ✻).
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) (O. ✻).
RADAU (Jean-Charles-Rodolphe) ✻.
DESLANDRES (Henri-Alexandre) ✻.
BIGOURDAN (Guillaume) ✻.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ✻).
GRANDIDIER (Alfred) (O. ✻).
BASSOT (Jean-Léon-Antoine) (C. ✻).
GUYOU (Émile) (C. ✻).
HATT (Philippe-Eugène) (O. ✻).
BERTIN (Louis-Émile) (C. ✻).

SECTION V. — *Physique générale.*

Messieurs :

MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (G. O. ✻).
LIPPMANN (Gabriel) (C. ✻).
BECQUEREL (Antoine-Henri) (O. ✻).
VIOLLE (Louis-Jules-Gabriel) (O. ✻).
AMAGAT (Émile-Hilaire) ✻.
CURIE (Pierre).

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

TROOST (Louis-Joseph) (C. ✻).
GAUTIER (Émile-Justin-Armand) (O. ✻).
MOISSAN (Henri) (C. ✻).
DITTE (Alfred) (O. ✻).
LEMOINE (Georges) (O. ✻).
HALLER (Albin) (O. ✻).

SECTION VII. — *Minéralogie.*

GAUDRY (Jean-Albert) (C. ✻).
BERTRAND (Marcel-Alexandre) (O. ✻).
LÉVY (Auguste-Michel) (O. ✻).
LAPPARENT (Albert-Auguste DE) ✻.
LACROIX (François-Antoine-Alfred) ✻.
BARROIS (Charles-Eugène) (O. ✻).

SECTION VIII. — *Botanique.*

VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) (O. ✻).
BORNET (Jean-Baptiste-Édouard) (O. ✻).
GUIGNARD (Jean-Louis-Léon) (O. ✻).
BONNIER (Gaston-Eugène-Marie) ✻.
PRILLIEUX (Édouard-Ernest) (O. ✻).
ZEILLER (Charles-René) (O. ✻).

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (C. ✻).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (C. ✻).
MUNTZ (Charles-Achille) (O. ✻).
ROUX (Pierre-Paul-Émile) (C. ✻).
SCHLŒSING (Alphonse-Théophile) ✻.
MAQUENNE (Léon-Gervais-Marie) ✻.

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

RANVIER (Louis-Antoine) (O. ✻).
PERRIER (Jean-Octave-Edmond) (O. ✻).
CHATIN (Joannès-Charles-Melchior) ✻.
GIARD (Alfred-Mathieu) ✻.
DELAGE (Marie-Yves) ✻.
BOUVIER (Louis-Eugène) ✻.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

BOUCHARD (Charles-Jacques) (C. ✻).
GUYON (Jean-Casimir-Félix) (O. ✻).
ARSONVAL (Arsène D') (O. ✻).
LANNELONGUE (Odilon-Marc) (C. ✻).
LAVERAN (Charles-Louis-Alphonse) (O. ✻).
DASTRE (Albert-Jules-Frank) ✻.

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

DARBOUX (Jean-Gaston) (C. ✻), pour les Sciences mathématiques.
BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. C. ✻), pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

FREYCINET (Charles-Louis DE SAULSES DE) (O. ✻).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (G. O. ✻).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ✻).
BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis) ✻.
BROUARDEL (Paul-Camille-Hippolyte) (G. O. ✻).
LAUSSEDAT (Aimé) (G. O. ✻).
CARNOT (Marie-Adolphe) (C. ✻).
ROUCHÉ (Eugène) (O. ✻).
PICARD (Alfred-Maurice) (G. C. ✻).
LABBÉ (Léon) (C. ✻).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

KELVIN (Sir William THOMSON, Lord), à Glasgow (G. O. ✻).
LISTER (Lord), à Londres.
NEWCOMB (Simon) (O. ✻), à Washington.
SUESS (Édouard), à Vienne.
HOOKER (Sir Joseph-Dalton), à Kew.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginius), à Milan.
KOCH (Robert), à Berlin.
AGASSIZ (Alexandre) (O. ✻), à Cambridge (Massachusetts).

CORRESPONDANTS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION I^re. — *Géométrie* (10).

SCHWARZ (Hermann-Amandus), à Grünewald, près Berlin.
KLEIN (Félix), à Gœttingue.
MÉRAY (Hugues-Charles-Robert) (O. ✻), à Dijon.
ZEUTHEN (Hieronymus-Georg), à Copenhague.
MITTAG-LEFFLER (Magnus-Gustaf) (O. ✻), à Stockholm.

Messieurs :

DEDEKIND (Julius-Wilhelm-Richard), à Brunswick.
NŒTHER (Max), à Erlangen.
VOLTERRA (Vito), à Rome.
GUICHARD (Claude), à Clermont-Ferrand.
GORDAN (Paul), à Erlangen.

SECTION II. — *Mécanique* (10).

SIRE (Georges-Étienne) ✻, à Besançon.
CONSIDÈRE (Armand-Gabriel) (O. ✻), à Quimper.
AMSLER (Jacob), à Schaffhouse.
VALLIER (Frédéric-Marie-Emmanuel) (O. ✻), à Versailles.
BOLTZMANN (Louis), à Vienne.
DWELSHAUVERS-DERY (Victor-Auguste-Ernest) ✻, à Liége.
BAZIN (Henry-Émile) (O. ✻), à Chenôve (Côte-d'Or).
DUHEM (Pierre), à Bordeaux.
ZEUNER (Gustav-Anton), à Dresde.
HOFF (Jacobus-Henricus VAN'T) ✻, à Berlin.

SECTION III. — *Astronomie* (16).

STRUVE (Otto-Wilhelm) (G. O. ✻), à Carlsruhe.
LOCKYER (Sir Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (Sir William), à Londres.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard) (O. ✻), à Marseille.
HALL (Asaph) ✻, à Washington.
LANGLEY (Samuel-Pierpont), à Washington.
AUWERS (Arthur), à Berlin.
RAYET (Georges-Antoine-Pons) (O. ✻), à Bordeaux.
BACKLUND (Oskar), à Poulkova.
GILL (Sir David), au Cap de Bonne-Espérance.
BAKHUYZEN (VAN DE SANDE) (O. ✻), à Leyde.
CHRISTIE (William-Henry), à Greenwich (Angleterre).
ANDRÉ (Charles-Louis-François) ✻, à l'Observatoire de Lyon.
BAILLAUD (Édouard-Benjamin) (O. ✻), à l'Observatoire de Toulouse.
HILL (George-William), à West-Nyack.
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (10).

Messieurs :

TEFFÉ (le baron DE), à Rio-de-Janeiro.
GRIMALDI (Albert-Honoré-Charles) (G. C. ✻), prince souverain de Monaco, à Monaco.
NANSEN (Fridtjof) (C. ✻), à Bergen (Norvège).
HELMERT (Frédéric-Robert), à Potsdam.
COLIN (le R. P. Édouard-Élie), à Tananarive.
GALLIENI (Joseph-Simon) (G. O. ✻), à Saint-Raphaël (Var).
BIENAYMÉ (Arthur-François-Alphonse) (C. ✻), à Toulon.
NORMAND (Jacques-Augustin) (O. ✻), au Havre.
DAVIDSON (George), à San-Francisco.
OUDEMANS (Jean-Abraham-Chrétien), à Utrecht.

SECTION V. — *Physique générale* (10).

CROVA (André-Prosper-Paul) (O. ✻), à Montpellier.
RAYLEIGH (John-William STRUTT, Lord) (O. ✻), à Essex.
BLONDLOT (René-Prosper) ✻, à Nancy.
HITTORF (Wilhem), à Munster (Prusse).
VAN DER WAALS (Johannes-Diderik), à Amsterdam.
MICHELSON (Albert-A.), à Chicago.
GOUY (Georges-Louis), à Lyon.
BENOIT (Justin-Miranda-René) ✻, à Sèvres.
LORENTZ (Hendrik-Anton), à Leyde.
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (10).

LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.
BAEYER (Adolf VON), à Munich.
ROSCOÉ (Sir Henry-Enfield) (O. ✻), à Londres.
CANNIZZARO (Stanislas) (O. ✻), à Rome.
RAMSAY (William) (O. ✻), à Londres.
MENDELEEF (Dmitry-Iwanowitch), à Saint-Pétersbourg.
FISCHER (Émile), à Berlin.

Messieurs :

SABATIER (Paul), à Toulouse.
FORCRAND (Hippolyte-Robert DE), à Montpellier.
HENRY (Louis), à Louvain.

SECTION VII. — *Minéralogie* (10).

GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ✻, à Lille.
GEIKIE (Sir Archibald), à Londres.
TSCHERMAK (Gustav), à Vienne.
DEPÉRET (Charles-Jean-Julien) ✻, à Lyon.
ROSENBUSCH (Harry), à Heidelberg.
PERON (Pierre-Alphonse) (C. ✻), à Auxerre.
OEHLERT (Daniel) ✻, à Laval.
KLEIN (Johann-Friedrich-Carl), à Berlin.
BRÖGGER (Wlademar-Christofer), à Christiania.
N. . . . .

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

CLOS (Dominique) ✻, à Toulouse.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
TREUB (Melchior) ✻, à Buitenzorg, près Batavia (Java).
SCHWENDENER (Simon), à Berlin.
PFEFFER (Wilhelm-Friedrich-Philipp), à Leipzig.
STRASBURGER (Édouard), à Bonn.
WARMING (Johannes-Eugenius-Beilow), à Copenhague.
FLAHAULT (Charles-Henri-Marie) ✻, à Montpellier.
BERTRAND (Charles-Eugène) ✻, à Lille.

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

HOUZEAU (Auguste) (O. ✻), à Rouen.
ARLOING (Saturnin) (O. ✻), à Lyon.
PAGNOUL (Aimé), à Arras.
GAYON (Léonard-Ulysse), (O. ✻), à Bordeaux.
KUEHN (Julius), à Halle.

Messieurs :

WINOGRADSKI (Serge), à Saint-Pétersbourg.
YERMOLOFF (Alexis) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
TISSERAND (Louis-Eugène) (G. O. ✻), à Vaucresson.
FLICHE (Paul) ✻, à Nancy.
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

FABRE (Jean-Henri) ✻, à Sérignan (Vaucluse).
SABATIER (Armand) (O. ✻), à Montpellier.
RETZIUS (Gustave), à Stockholm.
BERGH (Ludwig-Rudolph-Sophus), à Copenhague.
LANKESTER (Edwin-Ray), à Londres.
LORTET (Louis) (O. ✻), à Lyon.
MAUPAS (Émile-François), à Alger.
VAN BENEDEN (Édouard), à Liége.
METCHNIKOFF (Élie) (O. ✻), à Sèvres.
WALDEYER (Henri-Guillaume-Godefroi), à Berlin.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (10).

LÉPINE (Jacques-Raphaël) (O. ✻), à Lyon.
HERRGOTT (François-Joseph) (O. ✻), à Nancy.
ENGELMANN (Théodor-Wilhelm), à Berlin.
LEYDEN (Ernst VON), à Berlin.
MOSSO (Angelo), à Turin.
BURDON-SANDERSON (Sir John), à Oxford.
ZAMBACO (Démétrius-Alexandre) (O. ✻), à Constantinople.
CZERNY (Vincent-Joseph), à Heidelberg.
BACCELLI (Guido), à Rome.
CALMETTE (Léon-Charles-Albert) (O. ✻), à Lille.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 JANVIER 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

M. **Troost**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1905.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1906.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Les Tomes CXXXVIII (1er semestre 1904), CXXXIX (2e semestre 1904), CXL (1er semestre 1905) ont paru avec leurs Tables.

Les numéros de l'année 1905 ont été mis en distribution, chaque semaine, avec la régularité habituelle.

Mémoires de l'Académie. — Le Tome XLVIII a été mis en distribution au mois de novembre 1905.

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1905.

Membre décédé.

Section de Physique générale : M. **Potier**, le 8 mai.

Membre élu.

Section de Physique générale : M. **Curie**, le 3 juillet, en remplacement de M. Potier.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1905.

Correspondants décédés.

Section de Physique générale : M. **Bichat**, à Nancy, le 26 juillet.
Section de Minéralogie : M. **De Richthofen**, à Berlin, le 6 octobre.

Correspondants élus.

Section de Mécanique : M. **Van't Hoff**, à Berlin, le 27 mars.
Section de Chimie : M. **Louis Henry**, à Louvain, le 15 mai.

Correspondants à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **Perrotin**, à Nice, décédé le 29 février 1904.
Section de Physique générale : M. **Bichat**, à Nancy, décédé le 26 juillet 1905.
Section de Minéralogie : M. **De Richthofen**, à Berlin, décédé le 6 octobre 1905.
Section d'Économie rurale : M. **Laurent**, à Gembloux, décédé le 20 février 1904.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'oxyde de carbone dans l'air par l'anhydride iodique.* Note de M. **Armand Gautier**.

Dans une courte Note insérée au dernier numéro des *Comptes rendus* (¹), M. G. Jaubert annonce que l'acétylène agit sur l'anhydride iodique à la façon de l'oxyde de carbone et que c'est là une cause d'erreur méconnue dans cette méthode de dosage.

Ce n'est pas là un fait nouveau. En étudiant, en 1898, les conditions d'extrême sensibilité et d'exactitude de cette méthode de dosage de l'oxyde de carbone, je me suis préoccupé de l'action des gaz réducteurs, et en particulier de l'acétylène, sur l'anhydride iodique. J'ai montré que ce gaz réduit déjà ce corps à 35° (²). J'ai donné aussi le moyen de corriger l'erreur commise quand il y a lieu (³).

L'acétylène n'existe jamais dans l'air des rues en quantité appréciable, même par cette méthode très délicate.

ZOOLOGIE. — *Nouvelles observations sur les Pycnogonides recueillis dans les régions antarctiques au cours de la campagne dirigée par M. Jean Charcot.* Note de M. **E.-L. Bouvier**.

La campagne longue et pénible effectuée par le *Français* dans les mers australes a été singulièrement fructueuse au point de vue zoologique. Grâce au zèle de M. Charcot et à l'activité de son collaborateur pour la biologie, M. Turquet, la faune antarctique nous révèle quelques-uns de ses mystères : une grande richesse de formes, des espèces remarquables par leur abondance ou par leur taille et, dans beaucoup de groupes, des types rares ou insoupçonnés. Ce qui donne aux récoltes du *Français* une valeur particulière, c'est qu'elles sont tout à fait caractéristiques de la faune subpolaire, ayant été recueillies dans les zones littorales et sublittorales, et par consé-

---

(¹) Séance du 26 décembre 1905, t. CXLI, p. 1233.
(²) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 936 et 1303.
(³) *Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. XXII, p. 26, 71 et 73.

quent aux points où se fait sentir, dans toute sa rigueur, le dur climat de ces régions glacées. Il convient d'adresser un juste hommage de reconnaissance à M. Charcot qui nous a doté de semblables richesses et au collaborateur qui l'a secondé dans sa tâche.

Les observations que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie sont relatives aux Pycnogonides recueillis durant la campagne; elles sont la suite et le complément de celles que j'ai fait paraître dans le *Bulletin du Muséum* (¹) au mois de juillet dernier, et que je dus momentanément interrompre pour suivre S. A. le Prince de Monaco à bord de la *Princesse-Alice*. Par leur variété et par l'intérêt qu'elles donnent à un groupe zoologique des plus restreint, on pourra estimer, à sa juste valeur, l'importance des récoltes mises à la disposition de la Science par les vaillants pionniers du *Français*.

Pycnogonides décapodes. — Jusqu'à l'année dernière, les Pycnogonides ont été considérés comme des Arthropodes à huit pattes, et c'est pour une bonne part en raison de ce caractère que beaucoup de zoologistes les rapprochent des Arachnides. Pourtant, un Pycnogonide décapode fut très exactement décrit et figuré par Eights (²) en 1837, mais cette observation resta lettre morte en dépit de son importance et il y a un an à peine qu'on l'a exhumée de son recueil pour la livrer à la discussion. Au mois de juin dernier, un spécialiste des plus compétents, M. Loman (³), la tenait encore pour inexacte et considérait la *Decalopoda australis* de Eights comme une simple *Colossendeis* faussement décrite et figurée avec cinq paires de pattes. Mais Loman ignorait alors la capture, par l'expédition antarctique écossaise, de quinze exemplaires d'un Pycnogonide décapode, et l'identification, établie par M. Hodgson (⁴), de cette curieuse forme avec la *Decalopoda australis* (⁵).

(¹) E.-L. Bouvier, *Observations préliminaires sur les Pycnogonides recueillis dans la région antarctique par la mission du* Français (*Bulletin du Muséum*, 1905, p. 294).

(²) J. Eights, *Description of a new animal belonging to the Arachnides, discovered in the sea along the shores of the New South Shetland Islands* (*Boston Journ. Soc. Nat. Hist.*, Vol. I, 1837, p. 203-205, *Pl. V*).

(³) J.-J.-C. Loman, *Decalopoda* Eigths *oder Colossendeis* Jar. (*Zoolog. Anz.*, B. XXVIII, 1905, p. 722-723).

(⁴) E.-W. Hodgson, *Scotia Collections. On Decalopoda australis* Eights (*Proc. Roy. physic. Soc. Edinburgh*, Vol. XVI, janvier 1905, p. 35-42, *Pl. III, IV*).

(⁵) A l'exemple de M. Hodgson, je remplace le nom de *Decolopoda* par celui, plus correct, de *Decalopoda*.

J'étais dans la même ignorance que M. Loman lorsque je publiai ma première Note, et c'est pourquoi je considérai comme une anomalie sans grande valeur la présence de dix pattes dans l'unique spécimen d'une espèce nouvelle que je décrivis alors sous le nom de *Colossendeis antarctica*. Mais une circonstance heureuse modifia bientôt cette manière de voir : au cours du mois de novembre, M. Lahille, du Muséum d'Histoire naturelle argentin, me soumit, pour en faire l'étude, un Pycnogonide assez semblable à la *Colossendeis antarctica*, et muni comme elle de cinq paires de pattes. C'est alors que je pris connaissance du travail de M. Hodgson, et il ne me fut pas difficile de reconnaître que le spécimen de M. Lahille était une *Decalopoda australis* des plus typiques. Après le travail de M. Hodgson, on ne pouvait plus mettre en doute l'existence du Pycnogonide à cinq paires de pattes décrit par Eights; aujourd'hui on doit ajouter que cette espèce est assez largement répandue dans les régions littorales et sublittorales des mers antarctiques : les spécimens de Eights provenaient des Shetlands du Sud, ceux de l'expédition écossaise ont été capturés non loin de là, aux Orkneys du Sud (Scotia Bay, par 9-10 brasses de profondeur); enfin l'exemplaire de M. Lahille a été recueilli près du rivage de l'île Laurie, dans les Orcades du sud.

En comparant le *Colossendeis antarctica* au spécimen de M. Lahille et à la très soigneuse description de M. Hodgson, j'ai pu me convaincre que ce Pycnogonide est bien une Décalopode, mais qu'il diffère de la *D. australis* par tous ses caractères spécifiques essentiels : le tronc n'offre plus de sillons segmentaires et sa face ventrale est tout à fait plate, les palpes ont 9 articles au lieu de 10, les chélicères sont autrement conformés que ceux de la *D. australis*, avec l'article basilaire beaucoup plus long, et une pince plus étroite dont la portion palmaire égale au moins la moitié de la longueur des doigts, la trompe est également plus allongée que celle de la *D. australis* et d'ailleurs totalement dépourvue d'épines; quant aux pattes, elles sont beaucoup plus longues et plus grêles. J'ajoute que ces dernières ne présentent pas d'épines sur la face dorsale de leur article basilaire et qu'elles sont autrement ordonnées que celles du *D. australis*, quant à leur longueur relative : dans cette dernière espèce, en effet, celles de la deuxième paire sont les plus longues, et celles des troisième, quatrième, première et cinquième paires viennent ensuite en ordre décroissant; dans notre espèce, au contraire, les pattes de la troisième paire sont les plus longues, et les autres se groupent dans un ordre tout autre : quatrième, deuxième, première et cinquième paire. Dans la *D. australis* la région céphalique est large, le tubercule oculaire fort réduit, et le second article tibial à peine plus long que le premier; dans l'espèce rapportée par M. Charcot, la région céphalique apparaît relativement étroite, envahie presque aux deux tiers par un haut tubercule oculaire pyramidal, et le

deuxième tibia présente des dimensions beaucoup plus grandes que le premier. Le Tableau suivant donnera une idée très nette des dimensions relatives des deux espèces.

	Decalopoda australis.		*D. antarctica.*
	Exemplaire figuré par M. Hodgson.	Exemplaire de M. Lahille.	Type du *Français.*
	mm	mm	mm
Longueur totale du corps (sans la trompe)..	16	14	18
» du tronc avec la partie céphalique.	10,2	9,5	12,5
Largeur de la région céphalique...........	4,9	4,8	4,9
» du tronc au niveau des pattes 3.....	10,1	8,3	10,5
Longueur de la trompe....................	Un peu plus de 10,2	9,7	17
» du premier article des chélicères...	5	4,2	9,1
» du fémur des pattes 1............	17	14,7	24
» » 2............	19,5	15,5	25,3
» » 3............	19	15	26
» » 4............	18,4	14,9	25,6
» » 5............	16	14,3	23,5
Longueur totale des pattes 2..............	86	»	135
» du 1^er^ tibia des pattes 2.........	19	»	28
» du 2^e^ tibia des pattes 2..........	20	»	35

Ainsi, dans l'exemplaire de M. Charcot, le premier article des chélicères égale au moins la moitié de la longueur totale du corps, et la patte 2 étendue à peu près 11 fois la longueur du tronc; tandis que, dans la *D. australis,* le premier rapport se réduit au tiers de la longueur totale et le second à un peu plus de 8 fois celle du tronc. Il est bien difficile d'attribuer ces différences, et toutes les autres non moins grandes, aux dimensions un peu plus considérables de notre spécimen. Aussi doit-on considérer la *Colossendeis antarctica* comme le type d'une Décalopode nouvelle qui recevra naturellement le nom de *Decalopoda antarctica.*

Cette seconde espèce habite des régions plus voisines du pôle que la *D. australis;* elle fut capturée sur un fond de 40^{m}, dans les parages de l'île Wandel (baie Carthage), soit par 64° long. W. et 65° lat. S. On sait que les Shetlands du Sud, qui semblent être le centre de la *D. australis,* se trouvent plus au Nord, par 60° environ de long. W. et 63° lat. S.

Quelques semaines avant la publication de ses recherches sur la *D. australis,* M. Hodgson avait décrit et figuré un autre Pycnogonide décapode bien différent, le *Pentanymphon antarcticum* ([1]) capturé en assez grand

([1]) T.-V. HODGSON, *On a new Pycnogonid from the South Polar Regions* (*Ann. and Mag. Nat. Hist.,* 7^e^ série, vol. XIV, p. 458-462, *Pl. XIV*).

nombre par la *Discovery* dans la baie Mc Murdo, soit à peu près par 78° lat. S. et 168° long. E. Cette espèce semble répandue partout dans les régions antarctiques, car M. Hodgson en signale un exemplaire recueilli par l'expédition écossaise dans la mer de Weddell, c'est-à-dire en un point presque diamétralement opposé. Je rapporte à la même espèce trois spécimens capturés par M. Turquet à l'île Wandel, deux par 20^m de profondeur, et le troisième entre les galets sur la plage. Les types de la *Discovery* avaient été pris entre 12 et 125 brasses.

Les trois exemplaires du *Français* sont adultes quoique de taille assez différente; ceux capturés par 20 brasses sont plus petits que l'exemplaire type de la *Discovery* et en diffèrent par leurs pattes sensiblement plus courtes; celui qui provient du littoral est au contraire plus grand, ses cuisses sont plus renflées et les épines de ses pattes ovigères présentent un moins grand nombre de denticules avec une partie terminale assez obtuse. Autant que j'ai pu le voir jusqu'ici, il n'y a pas d'autres différences entre les exemplaires du *Français* et ceux de la *Discovery*, de sorte que je les attribue à la même espèce. Ainsi le *Pentanymphon antarcticum* peut être considéré comme un type caractéristique de la faune antarctique, et semble être représenté en plus grande abondance à mesure qu'on se rapproche du pôle austral.

Pycnogonides octopodes. — Dans le groupe des Pycnogonides normaux ou octopodes, les récoltes du *Français* se divisent entre les deux familles des Pallénides et des Ammothéides, un exemplaire appartenant au genre *Cordylochete* qui dépend de la première de ces familles, et tous les autres, fort nombreux, au genre *Ammothea* ou à quelque forme très voisine.

Le genre *Cordylochete* paraissait limité jusqu'ici aux régions boréales, où on en a décrit trois espèces. Il est représenté dans la collection Charcot par la *C. Turqueti* Bouv. dont un bel exemplaire fut capturé dans la baie Carthage. J'ai donné précédemment la description de cette jolie espèce.

De la baie Carthage proviennent également deux espèces nouvelles décrites en même temps que la précédente : l'*Ammothea antarctica* Bouv. remarquable par la saillie conique de son segment caudal et de son tubercule oculaire et la *Colossendeis ? Charcoti* Bouv. dant les affinités sont multiples. J'ai rangé provisoirement cette dernière espèce dans le genre *Colossendeis* parce qu'elle se rapproche beaucoup de la *Colossendeis gibbosa* Möbius dont la *Valdivia* recueillit deux jeunes exemplaires dans les parages de l'île Bouvet, par 439^m et 567^m de profondeur. Mais, comme je l'ai fait observer, l'une et l'autre formes se rapprochent davantage des Ammo-

théides par l'absence de griffes terminales sur leurs appendices ovigères, par le développement de griffes auxiliaires énormes sur leurs pattes ambulatoires et par la réduction extrême du tarse de ces appendices. En fait la *Colossendeis? antarctica* tient des Colossendéidés par sa grande taille, et des Ammothéidés par la très grande majorité de ses caractères essentiels; c'est plutôt une *Ammothea* qui, dans ce genre où les espèces sont petites, occupe une place toute spéciale à cause de sa taille relativement énorme : la trompe a 17^{mm} de longueur, le tronc avec la queue 16^{mm} et les pattes de la deuxième paire ne mesurent pas moins de 68^{mm}. Déjà l'*Ammothea antarctica* se faisait remarquer par des dimensions au-dessus de la normale.

Les autres Ammothéides capturés au cours de la campagne sont bien plus normaux en ce sens que leurs dimensions rentrent dans la règle ordinaire. Ils sont représentés par deux espèces nouvelles, l'une très répandue dans les parages de l'île Wandel et que j'appellerai pour cette raison *Ammothea communis*, l'autre plus rare et qui mérite le nom d'*A. curculio* à cause de son long rostre arqué et tubuliforme.

L'*A. communis* a une puissante trompe ovoïde, les segments moyens du tronc séparés par des lignes et des bourrelets suturaux très apparents, un pédoncule oculaire élevé et obtus à son sommet que couronnent les yeux, l'abdomen conique et presque verticalement dressé. Le segment céphalique forme en avant une paire de protubérances subaiguës; des protubérances analogues, et plus ou moins saillantes suivant les individus, se trouvent par paires à l'extrémité des prolongements latéraux du tronc et de chaque article coxal. Les chélicères sont bien plus courtes que la trompe et se terminent par une pince imparfaite; les palpes ont neuf articles (peut-être dix), l'article prominal étant fort petit et précédé par un long article suivi de trois autres plus réduits et subégaux; les appendices ovigères ont dix articles, dont un terminal de petites dimensions et muni de deux soies denticulaires, les trois articles qui précèdent étant subégaux et munis chacun d'une ou deux soies identiques; les fémurs sont renflés et à peu près aussi longs que le premier tibia qui est un peu plus court que le second, les griffes des pattes sont puissantes et accompagnées de deux griffes auxiliaires qui en dépassent le milieu. Cette espèce fut trouvée en très grand nombre dans les parages de l'île Wandel, sur la côte ou à de faibles profondeurs; longueur moyenne du corps $1^{mm},5$, d'une patte 5^{mm}.

L'*A. curculio* est représentée par trois exemplaires recueillis à l'île Wandel, sur un fond de 40^{m}.

Elle est remarquable par sa trompe cylindrique, un peu dilatée à la base, légèrement infléchie et dirigée en avant, d'ailleurs beaucoup plus longue que le corps tout entier. La segmentation du corps est très nette, indiquée en dessous par des bourrelets transversaux très saillants, en dessus par des bourrelets analogues au centre desquels s'élève une saillie subconique; l'abdomen présente une forme analogue et se dirige un peu obliquement en arrière; la saillie oculaire, très développée, est un peu plus

obtuse. Les pattes sont plutôt courtes et trapues, garnies d'un certain nombre de saillies spiniformes; le fémur est un peu plus court que le premier tibia, lequel est lui-même moins allongé que le second; les griffes ont plus de la moitié de la longueur du tarse terminal et leurs griffes auxiliaires ne sont pas moins développées que dans l'espèce précédente, qui semble être, d'ailleurs, à peu près de même taille. Aucun des exemplaires n'est adulte; dans le plus jeune, les pattes postérieures sont réduites à l'état de bourgeons parallèles à l'abdomen; dans les deux autres, ces appendices ont acquis une structure presque normale, mais les pattes ovigères se réduisent à des bourgeons courts. Les chélicères portent des pinces très parfaites et les palpes ne présentent pas plus de 5 articles, ce qui est probablement le résultat d'un développement incomplet.

Conclusion. — Il résulte de ce qui précède : 1° que les Pycnogonides décapodes semblent communément répandus dans les régions australes, où ils sont représentés par deux types bien différents, les *Decalopoda* et les *Pentanymphon;* 2° que le genre *Decalopoda* nous offre deux espèces, la *D. australis,* assez commune dans les parages des Shetlands, et la *D. antarctica,* trouvée plus près du pôle par la mission Charcot; 3° que le genre *Pentanymphon* se trouve sur tout le pourtour du continent austral, où il est représenté par le *P. antarcticum* qui semble devenir plus abondant à mesure qu'on avance vers le pôle; 4° que les Pycnogonides octopodes des genres *Cordylochete* et *Ammothea* ne sont pas propres à l'hémisphère septentrional, mais se rencontrent également dans les régions antarctiques; 5° que les Ammothéides sont particulièrement répandus dans ces mers, où plusieurs de leurs représentants se font remarquer par leurs dimensions très grandes.

Plusieurs de ces conclusions, cela va sans dire, sont le résultat des recherches de M. Hodgson combinées avec celles que j'ai faites sur les matériaux recueillis par le *Français.*

Ce n'est pas ici le lieu d'insister sur les conséquences de la découverte des Pycnogonides décapodes, et je me contenterai de dire que les observations présentées sur le même sujet par M. Cole sont, en général, excellentes (1). Pourtant, il ne me paraît pas juste de considérer le genre *Decalopoda* comme analogue aux formes primitives d'où sont issues les *Pentanymphon* et les Pycnogonides octopodes. La segmentation du corps a totalement disparu, ou à peu près, dans les Décalopodes, tandis qu'elle persiste, très évidente, dans les *Pentanymphon* et dans beaucoup de Pycnogonides octopodes.

(1) L.-J. Cole, *Ten-legged Pycnogonides, with remarks on the classification of the Pycnogonida* (*Ann. and Mag. Nat. Hist.,* 7e série, Vol. XV, avril 1905).

Si bien qu'il paraît plus logique de considérer les Pentanymphons et les Décalopodes comme des formes voisines de la souche primitive, mais à évolution indépendante; les Décalopodes conduisent aux Colossendéomorphes et notamment aux *Colossendeis* dont ils se rapprochent étrangement, ainsi que l'a observé M. Hodgson; et, d'autre part, les Pentanymphons servent de souche aux Nymphonides, et par ces derniers aux Pycnogomorphes de M. Cole.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation des quadriques.* Note de M. C. GUICHARD.

1. Une congruence G orthogonale à un réseau de la quadrique

(1) $$x_1^2(1+p^2)+x_2^2(1+q^2)+x_3^2=1$$

est une congruence 3O; les paramètres X_1, X_2, X_3 de G sont

(2) $$X_1=x_1(1+p^2),\qquad X_2=x_2(1+q^2),\qquad X_3=x_3.$$

Les paramètres complémentaires qui rendent les congruences 3O sont

(3) $$Y_1=ip\sqrt{1+p^2}x_1=\frac{ip}{\sqrt{1+p^2}}X_1,\quad Y_2=iq\sqrt{1+q^2}x_2=\frac{iq}{\sqrt{1+q^2}}X_2,\quad Y_3=i.$$

A cette congruence G on peut, par homographie, faire correspondre une congruence $H(X'_1, X'_2, X'_3)$ qui est O en posant

(4) $$X'_1=\frac{X_1}{\sqrt{1+p^2}},\qquad X'_2=\frac{X_2}{\sqrt{1+q^2}},\qquad X'_3=X_3.$$

Si le réseau tracé sur la quadrique est C, il en est de même de la congruence G. La congruence H est O, 3C, les deux paramètres complémentaires qui la rendent 3C sont pX'_1 et qX'_2.

Réciproquement, la déformation de la quadrique revient à trouver les congruences H qui possèdent ces propriétés.

2. Ces congruences H sont précisément celles que j'ai signalées en 1897 [*Sur la déformation des quadriques* (*Comptes rendus*, 2e semestre)]. Considérons, en effet, un réseau $M(x_1x_2x_3)$ de la quadrique applicable sur un réseau $N(y_1y_2y_3)$; coupons N par un plan isotrope, il y correspond une congruence $(X_1X_2X_3)$ harmonique à M; cette congruence sera O d'après

la théorie générale, elle sera 3C puisque M est 3O; les coordonnées complémentaires de M étant px_1 et qx_2, celles de la congruence seront pX_1, qX_2; cette congruence rentre donc bien dans le type des congruences qui viennent d'être définies (§ 1).

Soit H la congruence ainsi définie, par la droite H menons le second plan tangent à la quadrique; si M′ est le point de contact, M′ décrit un réseau, qui, étant harmonique à une congruence O, est C. Si la congruence H se déplace parallèlement à elle-même, le point M′ se déplace sur une conique. En invoquant maintenant la loi de parallélisme des éléments on peut énoncer le résultat suivant :

Il y a ∞^1 réseaux N *qui sont* C *et parallèles à un réseau de la quadrique* Q, *harmoniques à chacune des congruences* H *qui ont été définies* § 1.

3. Si l'on connaît seulement un tel réseau N, il faudra résoudre une équation de Riccati pour en déduire une déformée de la quadrique; ce qui, pratiquement, ne permettrait pas de suivre analytiquement cette transformation que j'ai indiquée en 1897. Je vais montrer comment on peut lever la difficulté.

Tout d'abord la congruence H étant homographique à une congruence G (§ 1), les réseaux N sont homographiques à des réseaux O, harmoniques à G. Les points qui décrivent ces réseaux sont situés sur un cercle dont l'axe est G. A une quadrature près, la recherche de la déformée de la quadrique revient à celle du réseau O de l'espace à cinq dimensions qui est applicable sur un réseau O harmonique à G. C'est cette transformation que je vais étudier.

4. *Transformation du problème.* — Je prends, comme point de départ, les fonctions Y et X qui ont été définies dans ma Note du 4 décembre (§ 5). Je pose ensuite

$$(5)\qquad X'_3 = X_3,\qquad X'_4 = \sqrt{1+p^2}\,X_1,\qquad X'_5 = \sqrt{1+q^2}\,X_2,$$

puis

$$(6)\quad X'_1 = \frac{i}{2}(X'^2_3 + X'^2_4 + X'^2_5 - 1),\qquad X'_2 = \frac{1}{2}(X'^2_3 + X'^2_4 + X'^2_5 + 1).$$

On aura alors

$$(7)\qquad \sum_1^5 Y_k^2 = \sum_1^5 X_k^2 = 0 \qquad \text{et} \qquad \sum_1^5 dY_k^2 = \sum_1^5 aX_k^2$$

avec les conditions

$$(8) \qquad Y_4 = \frac{p}{\sqrt{1+p^2}} X'_4, \qquad Y_5 = \frac{q}{\sqrt{1+q^2}} X'_5.$$

Menons par l'origine O les droites L et K qui, dans l'espace à cinq dimensions, ont pour paramètres directeurs respectifs les fonctions Y et X'. Ces droites décrivent des congruences applicables; ce sont des systèmes I, 3O. Si θ est une solution quelconque de l'équation de Laplace à laquelle satisfont les fonctions Y et X', les points qui ont pour coordonnées

$$y_k = \frac{Y_k}{\theta} \quad \text{et} \quad x'_k = \frac{X_k}{\theta}$$

décrivent des réseaux O applicables.

Prenons, une première fois, pour θ une combinaison linéaire et isotrope de Y_1, Y_2, Y_3, par exemple $\theta = Y_1 + iY_2$. On obtient ainsi un réseau A (qui peut être considéré comme appartenant à l'espace à trois dimensions puisque $y_1 + iy_2 = 1$) de la droite L applicable sur un réseau A' de la droite k.

Prenons, une deuxième fois, pour θ une combinaison linéaire isotrope quelconque de X_1, X_2, X_3. On obtiendra sur la droite L un réseau B applicable sur un réseau B' (qui appartient à l'espace à trois dimensions) de la droite K.

Les réseaux A et B, d'une part, ont en commun une droite G_1, les réseaux A' et B', d'autre part, ont en commun une droite G'_1; ces droites G_1 et G'_1 décrivent des congruences qui possèdent la propriété indiquée (§ 1).

Au lieu de la congruence G_1, nous considérerons la congruence parallèle G obtenue en coupant le réseau A par le réseau du point mené par l'origine parallèlement au réseau B. Cette congruence G, située dans un espace a trois dimensions, est l'axe d'un cercle de Ribeaucour passant par A. On sait (voir mon Mémoire *Sur les systèmes cycliques et orthogonaux*, 1[re] Partie) que tous les réseaux O harmoniques à G peuvent être obtenus ainsi. On forme un déterminant orthogonal à cinq lignes :

$$(9) \qquad \Delta = \begin{vmatrix} x_1 & \dots & x_5 \\ y_1 & \dots & y_5 \\ z_1 & \dots & z_5 \\ \xi_1 & \dots & \xi_5 \\ \eta_1 & \dots & \eta_5 \end{vmatrix},$$

où les deux dernières lignes ξ et η sont formées par les cosinus directeurs des tangentes au réseau B et où $x_k + iy_k$ sont les coordonnées de B; on peut donc, à l'aide de quadratures, former ce déterminant Δ.

Cela posé, formons une combinaison linéaire isotrope de x, y, z :

$$(10) \qquad T_k = \alpha x_k + \beta y_k + \gamma z_k, \qquad \alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 0.$$

Un réseau E du cercle de Ribeaucour est un réseau O harmonique à b; un point de ce réseau a pour coordonnées

$$\frac{T_3}{T_1 + iT_2}, \quad \frac{T_4}{T_1 + iT_2}, \quad \frac{T_5}{T_1 + iT_2}.$$

Il y correspond, dans l'espace à cinq dimensions, un réseau E' qui a pour coordonnées T_1, T_2, T_3, T_4, T_5. Ce réseau E' étant parallèle au réseau B applicable sur B', on pourra à l'aide d'une seule quadrature trouver dans l'espace à trois dimensions un réseau $F'(z_1, z_2, z_3)$ applicable sur E'.

Cela posé, le réseau F de l'espace à cinq dimensions dont les coordonnées sont

$$\frac{z_1}{T_1 + iT_2}, \quad \frac{z_2}{T_1 + iT_2}, \quad \frac{z_3}{T_1 + iT_2}, \quad \frac{i[\varepsilon z^2 - 1]}{T_1 + iT_2}, \quad \frac{[\varepsilon z^2 + 1]}{T_1 + iT_2}$$

est applicable sur le réseau E. C'est le réseau que nous devions trouver pour continuer la transformation.

5. *Remarque.* — La somme des carrés des coordonnées du réseau F est nulle; le système formé par les réseaux E et F est donc analogue à celui qui nous a servi de point de départ. On voit, par conséquent, comment, en partant des éléments fixés (§ 6) on peut suivre, à l'aide de quadratures seulement, la transformation dont j'ai indiqué l'origine géométrique dans ma Note de 1897.

On voit de plus comment cette transformation se rattache analytiquement à celle que j'ai indiquée dans ma Note du 4 décembre.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les mutations de quelques plantes fossiles du terrain houiller.* Note de M. GRAND'EURY.

A la veille de cesser mes recherches sur le terrain, je résume dans cette Note les observations que j'y ai faites à ce sujet dans les dix dernières années.

Voyons d'abord dans quelles conditions de durée, de milieu, de vie, a évolué la flore fossile.

1° En limitant la période houillère proprement dite au Culm et au Permien, il paraît possible de juger de sa durée en raison de la puissance des terrains charbonneux qui la représentent et du temps de formation des lits de houille. En France, ces terrains sont les bassins bien connus de Valenciennes et de Saint-Etienne; entre ces bassins, la différence des flores dénote une importante lacune de dépôts qui me paraît comblée en partie par le système des couches de Louisenthal (rive droite de la Sarre); de plus, le Stéphanien n'est pas complet dans la Loire où la formation charbonneuse s'est arrêtée pendant que continuait à se développer, parallèlement aux poudingues de Rive-de-Gier et de Saint-Chamond, la série épaisse de plus de 1400^{m} des couches très nombreuses du bassin de la Cèze (Gard). Ajoutées les parties charbonneuses superposées de ces terrains forment bien un total de 6000^{m} de dépôts productifs, lequel est un minimum, les bassins susdits ne descendant pas jusqu'au Culm et ne s'élevant pas jusqu'au Permien. Or il résulte de nombreuses coupes géobotaniques à publier que les dépôts charbonneux se sont accumulés avec une extrême lenteur. On peut donc admettre que la période houillère a eu une énorme durée, comme en témoignent, d'autre part, les calcaires houillers de toute espèce que j'ai eu à examiner ([1]) dans l'Oural central où ils forment un massif d'un millier de mètres au milieu d'autres roches interposées entre le Culm et le Permien.

2° Relativement au milieu, on sait que le climat était chaud, humide et uniforme, et je suis de plus en plus persuadé ([2]) que les plantes ordinaires du terrain houiller habitaient des marais : deux circonstances si peu favorables aux mutations que le *Stigmaria ficoides* Br. n'a pas sensiblement varié durant la période de peut-être un million d'années; de même, tout au moins de forme, les feuilles de Lépidophytes; à la surface, leurs tiges ont beaucoup plus changé; au fond, ce sont encore leurs cônes qui se sont le plus différenciés. Le *Calamites Suckowii* Br., le type par excellence des plantes fossiles palustres, a seulement acquis dans le même temps, vers la fin de la période, un port un peu plus robuste.

En faveur d'un léger changement de climat, j'ai remarqué que les mêmes plantes sont, en général, plus petites, plus herbacées, moins ligneuses, et leurs feuilles moins grandes et moins coriaces dans le Westphalien que dans le Stéphanien. Dans la mesure de ces différences, le *Linopteris Brongniarti* Gut. semble être descendu en droite ligne du *Lin. obliqua* Bun. (*sub Brongniarti*); toutefois, ces deux espèces, rappelant les Dictyozamites, n'ont pas les même graines.

3° La guerre d'occupation que se livrent les plantes sociales a causé des déplacements d'espèces si importants et si durables que la végétation fossile change parfois complètement d'une couche de houille à la suivante. Ainsi, à Saint-Jean-de-Bonnefonds (Loire) la onzième couche est accompagnée et formée de *Pecopteris,* la douzième de *Cordaites;* à Bert (Allier), le contraste sous ce rapport est complet entre la couche

---

([1]) *Comptes rendus,* 1881, p. 1093.
([2]) *Comptes rendus,* 1904, p. 666.

des Mandins formée exclusivement de Cryptogames et la couche du Plateau située à 100^{m} au-dessus, laquelle est formée partie de *Cordaites*, partie de *Callipteris conferta* St. avec leurs graines (celles associées aux *Callipteris* ressemblent à de très petites baies ellipsoïdales). Mais, après des absences souvent fort longues, les espèces émigrées reviennent sans changement appréciable, comme, par exemple, le *Nevropteris flexuosa* St. dans le Gard où cette espèce abonde à deux niveaux distants de plus de 1000^{m}, sans aucune apparition dans l'intervalle.

Ces diverses causes de changement ne paraissent pas avoir produit d'importantes mutations.

Pourtant, on ne saurait douter que les variétés, espèces et types endémiques ne soient dus à l'action continuée des causes locales, encore que les genres propres à chaque bassin houiller se montrent dès sa base tout formés, tels que les *Codonospermum* dans la Loire, les *Cingularia* à Sarrebruck.

Voyons ensuite de quels moyens on dispose pour aborder une question aussi difficile et semée d'écueils, que celle des mutations spécifiques.

Les lacunes de dépôts précitées brisent les liens qui unissent les flores des différentes formations charbonneuses et les alternances de végétation empêchent de suivre les espèces du commencement à la fin de leur existence et, si je n'avais commencé à réunir les matériaux d'un premier essai d'une histoire généalogique de quelques plantes fossiles, je ne disposerais que d'organes séparés et seulement de leurs empreintes.

Dans cette situation, il est heureux qu'un de ces organes se présente qui soit plus connu, mieux conservé et susceptible d'une détermination plus exacte que les autres : c'est la feuille qui, étant, a-t-on vu, dans le terrain houiller (1) en même temps plus constante que les organes de reproduction, offre le moyen de savoir si, par cet important organe, les plantes du monde primitif ont varié d'une manière continue comme le veut le transformisme, ou par soubresauts conformément aux expériences de M. Hugo de Vries.

Cela exposé, un fait notoire domine tous les autres, la permanence des espèces durant la majorité ou la presque totalité de leur existence. Venu il y a 25 ans à Saint-Étienne, avec l'idée contraire que les espèces ont varié d'une manière continue, D. Stur me conseilla de m'en assurer sur le terrain. Au lieu de cela, dans des dépôts ininterrompus qui auraient conservé les formes graduées d'espèces variables, je n'ai rencontré que les débris d'espèces constantes; à l'appui de ce dire, il me serait facile de citer plus de dix espèces communes aux deux grands bassins houillers français, plus de dix espèces immuables de la base au sommet du bassin de la Loire, et plus de dix autres espèces traversant sans changer la moitié supérieure de ce bassin.

(1) *Comptes rendus*, 2^{e} semestre 1905, p. 812.

Que les espèces soient néanmoins issues les unes des autres, cela paraît probable lorsqu'on les voit vers leur origine succéder à des espèces qui leur sont alliées de très près, comme le *Pecopteris unita* Br. au *Pec. longifolia* Br.; ou mieux lorsque diverses espèces comme *Pecopteris Biotii* Br., *Schlotheimii* Göp., *Sphenophyllum oblongifolium* Ger., remplacent dans la Loire, le Gard, à Singles, au même niveau, sans mélange des unes avec les autres, les espèces ancestrales *Pec. dentata* Br., *arborescens* Br., *Sphen. filiculme* Lesq. Dans tous les cas, l'*Odontopteris minor* Br. continue l'*Od. Reichiana* Gut., dont il est l'espèce succédanée. A Saint-Étienne, en effet, ces *Odontopteris* sont abondamment répandus à travers des dépôts de même provenance, épais de plus de 1000^{m}, et, chaque fois que des travaux de mine m'en ont offert l'occasion, j'ai constaté et vérifié que, dès la septième couche, l'*Od. Reichiana* manifeste une tendance à prendre des pinnules plus aiguës, et qu'au-dessus de la troisième, cette espèce, après cette légère modification d'acheminement, passe à l'*Od. minor* pour ainsi dire tout à coup dans toute l'étendue du bassin de la Loire, sinon sur tout le Plateau central de France.

Les espèces affines, comme dans le monde vivant, paraissent, au point de vue de leur origine, inséparables les unes des autres, et il est plus que probable qu'elles procèdent aussi de la même souche, car les genres les plus naturels commencent par peu d'espèces (les *Pecopteris* dans le Westphalien), ou plutôt par l'espèce type isolée (les *Odontopteris* à Rive-de-Gier, les Sigillaires planes à Douai au milieu des Sigillaires costulées). Vers leur point de départ, les espèces filiales de *Pecopteris* sont peu distinctes et mélangées; une fois fixées, elles se séparent et ne changent pour ainsi dire plus.

La permanence des espèces et les transitions rapides qui néanmoins les relient entre elles suggèrent l'idée que leurs mutations se sont opérées à la manière des métamorphoses, ou peut-être même, en opposition à l'axiome que l'on sait, par sauts, certaines formes consécutives présentant des caractères différents entre lesquels l'esprit ne conçoit pas de terme milieu; les cas de changements brusques ne sont d'ailleurs pas rares.

Après tout, ne pourrait-on imaginer que, comme l'insecte vis-à-vis de ses métamorphoses, de même l'espèce végétale possède en elle-même une force directrice, principe de ses transformations principales? On comprendrait alors que les agents extérieurs aient si peu et si inégalement contribué aux mutations, et l'on n'aurait pas besoin de faire, je crois en vain, appel à la concurrence vitale pour expliquer que des plantes, de même habitat sinon de même port, aient varié davantage par les organes de repro-

duction que par ceux de végétation. La transmutation incroyable de *tous les individus à la fois,* dans un court espace de temps, de l'*Odontopteris Reichiana* en *Od. minor,* est en tout cas un phénomène de solidarité étranger au monde extérieur. Il est même difficile de considérer comme fortuite l'apparition de certaines espèces au même niveau en des pays éloignés, comme celle de l'*Aleth. aquilina* Br. au milieu du Stéphanien à Saint-Chamond (Loire), Grand'Combe (Gard), Bassin de Léon (Espagne).

Au reste on est toujours ramené à l'idée que la flore fossile a obéi à un ordre de développement lorsque, après des écarts variables d'une province botanique à une autre, on la voit revenir à l'unité universellement dans le Permien, le Rhétien; autrement, livrée sans régulateur à la sélection naturelle, ses écarts auraient naturellement progressé, et l'ensemble de la végétation terrestre offrirait, dans ces étages, d'un pays à un autre, des différences profondes qui n'existent pas.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Giacobini* (1905 *c*), *faites à l'Observatoire de Toulouse, à l'équatorial Brunner-Henry de* $0^m,38$. Note de M. F. **Rossard**.

Dates. 1905.	Étoile de comparaison.	Δα.	Δδ.	Nombre de comparaisons.
Décembre 18	*a*	$-2^m.52^s,10$	$-5'.44'',4$	17:20
18	*b*	$-2.42,99$	$+3.17,5$	18:20
22	*c*	$-1.48,34$	$-12.31,2$	18:20
22	*d*	$-0.39,76$	$-7.41,4$	18:20

Positions des étoiles de comparaison.

⋆.	Gr.	Asc. droite moyenne 1905,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1905,0.	Réduction au jour.	Autorités.
a...	7,8	$15^h.27^m.13^s,48$	$+0^s,87$	$+14°.34'.59'',9$	$-5'',5$	Leipzig I, 5412
b...	7,8	15.27.18,72	+0,87	+14.24.21,1	−5,5	Leipzig I, 5416
c...	7,8	15.50.19,32	+0,93	+11.47.32,8	−3,8	Leipzig I, 5533
d...	8,7	15.49.10,79	+0,93	+11.42.49,7	−3,9	Leipzig I, 5529

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1905.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Décembre 18....	16.46.22	15.24.22,25	$\bar{1},571_n$	+14.29.10,0	0,700
18....	17.56. 0	15.24.36,60	$\bar{1},625_n$	+14.27.33,1	0,732
22....	16.58.40	15.48.31,91	$\bar{1},616_n$	+11.34.57,8	0,743
22....	16.58.40	15.48.31,96	$\bar{1},616_n$	+11.35. 4,4	0,743

ASTRONOMIE. — *Éléments provisoires de la comète Giacobini* (1905, *déc.* 6). Note de M. E. MAUBANT, présentée par M. Lœwy.

Les observations utilisées sont les suivantes :

Dates. 1905.	Temps moyen local.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	
	h m s	° ′ ″	° ′ ″	
Déc. 6.....	16.53.40	215.24.51	+20.59.29	Nice.
8.....	17.16.30	218.14.30	+19.55.36	Mont-Hamilton.
11.....	16.36.42	221.28.18	+18.39.14	Vienne.

En tenant compte des corrections d'aberration et de parallaxe, on a obtenu les éléments que voici :

T = 1906 janvier 21,2773, temps moy. de Paris.

$$\left.\begin{aligned} \Omega &= 92^\circ\ 7'\ 14'' \\ \omega &= 201.54.31 \\ i &= 43.43.21 \end{aligned}\right\} 1905,0$$

$$\log q = 9,28167.$$

Représentation du lieu moyen : $\text{O} - \text{C} \left\{ \begin{aligned} \cos\beta\, d\lambda &= +7'', \\ d\beta &= -2. \end{aligned}\right.$

De ces résultats on a déduit l'éphéméride suivante pour 12^h, temps moyen de Paris :

Dates.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Log r.	Log Δ.	Éclat.
1905 Déc. 16....	$15^h 11^m 58^s$	$+15°53',1$	0,0158	0,1067	1,88
» 18....	15.23.27	+14.35,1			
» 20....	15.35.23	+13.10,5	9,9774	0,0848	2,48
» 22....	15.47.46	+11.39,6			
» 24....	16. 0.37	+10. 1,7	9,9337	0,0655	3,31
» 26....	16.13.54	+ 8.16,9			
» 28....	16.27.39	+ 6.25,1	9,8831	0,0497	4,50
» 30....	16.41.52	+ 4.26,4			
1906 Janv. 1....	16.56.32	+ 2.20,6	9,8232	0,0388	6,23

L'éclat du 6 décembre a été pris comme unité.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Giacobini* (1905 *c*) *faite à l'équatorial Brunner* ($0^m,16$) *de l'Observatoire de Lyon.* Note de M. J. **Guillaume**, présentée par M. Lœwy.

Date. 1905.	Étoile de comparaison.	✱ — ✱. α.	δ.	Nombre de comparaisons.
Déc. 12........	BD + 18.2955 (8,0)	$+0^m 39^s,27$	$+0'30'',3$	10:12

Positions de l'étoile de comparaison.

Asc. droite moyenne 1905,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1905,0.	Réduction au jour.	Autorités.
$14^h 50^m 43^s,17$	$+ 0^s,79$	$+18° 5' 19'',0$	$- 8'',1$	A.G. Berlin A 5390

Position apparente de la comète.

Date. 1905.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Déc. 12........	$17^h 15^m 14^s$	$14^h 51^m 23^s,23$	$9,574n$	$+18° 5' 41'',2$	0,700

Remarques. — Pleine Lune gêne et le passage de cirrus efface parfois la comète dont l'apparence est celle d'une nébulosité diffuse de 30″ à 40″ de diamètre.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Étude photographique de la nébuleuse annulaire du Cygne* N. G. C. 6894. Note de M. **Gabriel Tikhoff**, présentée par M. J. Janssen.

La nébuleuse annulaire du Cygne est un objet très difficile à observer à cause de sa faiblesse.

Elle a été découverte par William Herschell le 17 juillet 1784, qui l'a décrite dans les termes suivants : « Nébuleuse assez faible, exactement ronde, de lumière uniforme avec des bords assez bien définis. » (*Philosophical Transactions* pour l'an 1786, p. 492).

En 1825 John Herschel a remarqué que cette nébuleuse est annulaire avec le maximum de clarté au Nord. (*Philosophical Transactions* pour l'an 1833, p. 466.)

En 1855 lord Rosse a découvert une étoile sur le bord intérieur de l'anneau au Nord-Ouest. Il croit que toute cette partie de la nébuleuse est résoluble en étoiles. (*Philosophical Transactions* pour l'an 1861, p. 733.) Plus tard lord Rosse a trouvé que la nébuleuse est légèrement elliptique.

Dernièrement M. Antoniadi a observé cette nébuleuse avec la grande lunette de l'Exposition et il a ajouté aux faits déjà connus l'existence d'un noyau central très faible. (*Bulletin de la Société astronomique de France* pour l'an 1900, p. 386.)

Il est à noter que MM. Aitken et Keeler n'ont pas pu voir avec certitude le noyau de la nébuleuse, en l'observant avec la lunette de 36 pouces de l'observatoire Lick.

Tels sont les résultats obtenus par les observations directes, et c'est seulement la Photographie qui a pu donner des renseignements plus détaillés et tout nouveaux sur la constitution de la nébuleuse en question.

Les premières photographies ont été faites au mois d'août de 1899 à l'observatoire Lick par le regretté James Keeler. Il se servait du télescope Crossley qui a 92^{cm} d'ouverture et 535^{cm} de foyer. C'est la photographie de 2 heures de pose qui a servi à Keeler pour des études très intéressantes (*Astroph. Journal*, vol. X, p. 267). Keeler ne reproduit pas la photographie et donne seulement sa description à laquelle nous empruntons les passages principaux que voici :

« La nébuleuse est un anneau elliptique, presque rond, qui n'est pas tout à fait régulier dans sa forme et qui est limité assez nettement à l'extérieur, Les dimensions extérieures sont :

Grand axe	$42'',5$
Petit axe	$40'',5$

» On voit très bien l'étoile de lord Rosse et le noyau central.

» De quelques points de l'anneau partent vers le centre des rayons qui s'interrompent à une certaine distance du centre. Ces rayons sont un peu plus brillants que le fond et forment une disposition assez analogue à des raies imparfaites. Le plus brillant de ces rayons est situé sous l'angle de position de 90° par rapport au noyau. »

Dernièrement nous avons entrepris à l'observatoire de Meudon l'étude photographique de la nébuleuse du Cygne, au moyen du télescope de 1^m d'ouverture et de 3^m de foyer. Parmi les quatre clichés de longue pose, les meilleurs sont ceux du 27 septembre et du 27 octobre 1900 avec des poses correspondantes de 2 heures 20 minutes et de 3 heures.

Le 27 septembre, le ciel était exceptionnellement transparent, et les détails sur la plaque sont très nets. Plusieurs de ces détails se trouvent aussi sur le cliché du 27 octobre, et c'est en comparant ces deux photographies qu'on peut distinguer les détails réels des détails accidentels.

La description qui suit est faite d'après l'étude des clichés originaux, car plusieurs de ces détails ne sont pas venus dans la reproduction présentée :

La nébuleuse en question a la forme d'un anneau elliptique avec une condensation au centre. L'espace entre l'anneau et le noyau est assez brillant.

Les extrémités du grand axe sont assez nettes, tandis que celles du petit axe possèdent plusieurs appendices assez faibles. Les mesures micrométriques du cliché original du 27 septembre nous ont donné les dimensions suivantes :

Grand axe..................................	44″,8
Petit axe..................................	37″,3

Petit axe avec les appendices 50″,8.

La longueur du grand axe sur le cliché original est de 0^{mm},66.

La nébuleuse est composée plutôt de deux anneaux dont le plus large est à l'extérieur et le plus mince à l'intérieur. C'est seulement sur la partie nord-ouest que ce dédoublement se trouve interrompu par l'étoile brillante de lord Rosse.

Sur l'anneau extérieur il y a plusieurs condensations dont deux, les plus grandes, sont presque opposées à l'étoile de lord Rosse.

Nous voyons sur nos clichés toutes les étoiles voisines de la nébuleuse mesurées par Keeler, mais son étoile *e* (angle de position par rapport au noyau 278°,8 et distance 24″) est tout à fait liée avec l'anneau par la nébulosité et elle représente plutôt une des condensations de la nébuleuse.

Tous les observateurs depuis John Herschel ont été frappés de la ressemblance de cette nébuleuse avec la nébuleuse annulaire de la Lyre ; si l'on ne voyait pas le noyau central, on soupçonnait sa présence.

En prouvant une fois de plus l'analogie de deux nébuleuses la photographie montre en même temps que ces deux formations sont à des degrés différents de leur développement. La nébuleuse du Cygne a donné naissance à plusieurs condensations, tandis que celle de la Lyre est encore très uniforme dans sa structure.

La nébuleuse du Cygne paraît donc plus avancée dans son existence que la nébuleuse de la Lyre.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorème sur les fonctions entières.* Note de M. AURIC, présentée par M. Jordan.

On sait que deux polynomes entiers A, B, premiers entre eux, étant donnés, il est toujours possible de trouver deux polynomes C, D, de degrés inférieurs aux précédents, et tels que l'on ait la relation

$$AD - BC = 1.$$

Est-il possible de généraliser ce théorème en l'appliquant aux fonctions entières ou quasi-entières?

Nous allons voir que cette généralisation n'est possible que dans les cas où sont réalisées les conditions d'exception du théorème de M. Picard. Considérons deux fonctions quasi-entières F, G aux deux points essentiels o et ∞; si nous réduisons en fraction continue la fonction quasi-méromorphe $\frac{F}{G}$ nous obtiendrons la relation

$$\frac{F}{G} = \frac{P_0 S - I_0 R}{P_1 S - I_1 R} = \frac{P_0 - I_0 \frac{R}{S}}{P_1 - I_1 \frac{R}{S}},$$

dans laquelle P_0, I_0, P_1, I_1, S, R sont des fonctions quasi-entières dont les quatre premières satisfont à la relation

$$P_0 I_1 - I_0 P_1 = 1.$$

Si F et G n'ont aucun zéro commun, nous pourrons écrire à un facteur exponentiel près

$$F = P_0 S - I_0 R,$$
$$G = P_1 S - I_1 R,$$

d'où

$$S = I_1 F - I_0 G,$$
$$R = P_1 F - P_0 G,$$

relations qui montrent que P_0, I_0, P_1, I_1 ont un ordre apparent au plus égal à ceux de F, G, R, S.

Dans le cas général $\frac{R}{S}$ sera une fonction quasi-méromorphe et le théorème ci-dessus n'est pas susceptible de généralisation.

Si $\frac{R}{S}$ est une fonction quasi-entière, nous nous trouvons dans le premier cas d'exception de M. Picard, puisque $\frac{F}{G}$ est équivalente, au sens de Dedekind, à une fonction quasi-entière; on pourra poser $S = 1$ et la relation

$$I_1 F - I_0 G = 1$$

constituera la solution cherchée.

Si $\frac{R}{S}$ est une exponentielle $e^{\varphi(x)\psi\left(\frac{1}{x}\right)}$ nous nous trouverons dans le second cas d'exception de M. Picard et en faisant entrer les exponentielles dans les fonctions, on aura les deux solutions

$$I_1 F - I_0 G = 1,$$
$$P_1 F - P_0 G = 1.$$

D'une manière générale, les équations exceptionnelles de M. Picard, si elles existent, seront, dans tous les cas,

$$I_1 F - I_0 G = S,$$
$$P_1 F - P_0 G = R.$$

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les théorèmes de Sylvester concernant le quotient de Fermat.* Note de M. **Lerch**, présentée par M. Émile Picard.

M. Mirimanov a donné un théorème qui rectifie et restitue en partie quelques propositions de Sylvester concernant le quotient de Fermat (*Comptes rendus*, t. LII)

$$q^{(a)} = \frac{a^{p-1} - 1}{p}.$$

Pour généraliser le théorème de Mirimanov, j'envisage un module quelconque m, puis l'entier positif a premier avec m, et j'observe que l'on a identiquement

$$\frac{a^d - 1}{m} \equiv \sum_{\nu=1}^{d} \frac{\left(\frac{a^\nu}{m}\right) - a\left(\frac{a^{\nu-1}}{m}\right)}{a^\nu - m\left(\frac{a^\nu}{m}\right)} \pmod{m},$$

l'exposant d étant un diviseur de $\varphi(m)$ tel que

$$a^d \equiv 1 \pmod{m}.$$

Posant $de = \varphi(m)$, on aura, en effet,

$$q^{(a,m)} \equiv \frac{a^{\varphi(m)} - 1}{m} \equiv e\frac{a^d - 1}{m} \pmod{m},$$

et il s'ensuit

(1) $$\frac{a^{\varphi(m)} - 1}{m} \equiv e\sum \frac{\alpha}{\beta},$$

β parcourant les restes des différentes puissances de a, et les α étant déterminés par la condition

$$m\alpha + \beta \equiv 0 \pmod{a}, \qquad 0 \leqq \alpha < a.$$

Mais la formule de Mirimanov ne possède le type des théorèmes de Sylvester que dans les cas particuliers. Afin de restituer les théorèmes du savant anglais, j'ai établi la congruence

(2) $$q^{(a,m)} \equiv \sum\nolimits^{*} \frac{1}{a\nu}\left(\frac{a\nu}{m}\right) \pmod{m},$$

ν parcourant les $\varphi(m)$ nombres premiers avec m et plus petits que m. Cette congruence se vérifie en développant le premier membre de l'équation identique

$$\prod_\nu \left[a\nu - m\left(\frac{a\nu}{m}\right)\right] = \prod \nu.$$

La formule (2) rend les mêmes services, et est peut-être plus commode que les formules de Sylvester, mais elle permet aussi d'établir ces dernières rectifiées. Les formules en question s'écrivent

(3) $$q^{(a,m)} \equiv \sum \frac{r_\nu}{\nu} \equiv -\sum \frac{r'_\nu}{\nu} \pmod{m},$$

ν parcourant les mêmes valeurs que dans la formule (2), puis

$$mr_\nu + \nu \equiv 0, \qquad mr'_\nu - \nu \equiv 0 \pmod{a}; \qquad 0 \leqq r_\nu < a, \qquad 0 < r'_\nu \leqq a.$$

Désignons ensuite par ξ les différentes racines de l'équation

$$\frac{x^{(a)} - 1}{x - 1} = 0,$$

posons

$$\Phi(x) = \sum_{\nu=1}^{m} \left(\frac{m^2}{\nu}\right) \frac{x^\nu}{\nu},$$

puis

$$Q(a, c) = \sum_{\xi} \frac{\Phi(\xi^c)}{\xi^m - 1},$$

les deux entiers de signes quelconques a et c étant supposés premiers avec m. Désignant enfin par $C(a, c)$ la quantité

$$\operatorname{sgn}(ac) \sum \frac{1}{\nu} \qquad \begin{pmatrix} 0 < \nu < m; & (\nu, m) \sim 1 \\ |c|\nu = |a|\alpha + m\beta \end{pmatrix}$$

où l'on admet $\alpha, \beta = 1, 2, 3, \ldots$ et même $\beta = 0$ pour $c < 0$, on aura la congruence suivante

$$(4) \qquad Q(a, c) \equiv aC(a, c) + cq(a) - cq(c) \pmod{m}.$$

Pour $c = 1$ et m premier, cette dernière s'établit directement en multipliant entre eux les développements des binomes $(1 - \xi)^p$, ce qui est un procédé analogue à la méthode d'Eisenstein.

Mais il y a des procédés plus avantageux pour déterminer $q(a, m)$ lorsque m est un produit $m_1 m_2 m_3 \ldots$ de facteurs m_ν, premiers relatifs deux à deux. Posons à cet effet $m = m_\nu n_\nu$ et déterminons les n'_ν conformément aux congruences $n_\nu^2 n'_\nu \equiv 1 \pmod{m_\nu}$; alors on a comme cela se vérifie tout à l'heure

$$(5) \qquad q(a, m) \equiv \sum_\nu n_\nu n'_\nu \varphi(n_\nu) q(a, m_\nu) \pmod{m}.$$

Ainsi la recherche directe du reste du quotient

$$q(2) \equiv \frac{2^{\varphi(385)} - 1}{385} = \frac{2^{240} - 1}{385} \pmod{385}$$

serait pénible. Mais comme ici $m = 5.7.11$, on a les valeurs respectives $m_\nu = 5, 7, 11$, $n'_\nu = -1, 1, 3$, $\varphi(n_\nu) = 60, 40, 24$, $q(2, m_\nu) = 3, 2, 5$ et l'on trouve sans aucune peine

$$q(2) \equiv 60 \quad (\text{mod } 385).$$

Un procédé avantageux relatif aux modules puissances de nombres premiers reste cependant à découvrir.

PHOTOGRAPHIE. — *Contribution à l'étude des écrans photographiques.* Note de M. J. RENAUX, présentée par M. Lœwy.

Le but de cette Note est de montrer tout le parti que l'on peut tirer de l'emploi judicieux de certains colorants pour la fabrication des écrans photographiques.

Soient L et l les luminosités d'une même radiation avant et après l'interposition d'un écran sur le trajet d'un faisceau de lumière dispersée. Le rapport de L à l, > 1, présente une plus petite valeur, K, soit pour quelques radiations isolées, soit pour un ou plusieurs intervalles, *domaine de transparence* dans lequel les valeurs relatives des luminosités sont conservées. K est le *coefficient de luminosité* de l'écran. Dans le domaine d'absorption, le rapport de L à l est égal à KA; A, > 1, est par définition le *coefficient d'absorption.*

Négligeons les réflexions et absorptions légères par les verres des glaces; concevons la couche colorée comme découpée, parallèlement aux faces, en un nombre p d'écrans partiels et identiques, avec même définition symbolique $K(A_1, A_2, \ldots, A_r)$, si l'on suppose (ce qui est parfaitement réalisable) une répartition homogène du colorant.

L'écran total est défini par $K^p(A_1^p, A_2^p, \ldots, A_r^p)$, où l'exposant entier p désigne le poids de colorant par centimètre carré, l'unité étant le poids pour la même surface de l'écran partiel. Mais plus généralement, si p_1, p_2, p_3, ... sont des poids *quelconques* de colorants différents, employés en couches superposées, l'écran résultant est défini par

$$K_1^{p_1} K_2^{p_2} \ldots (A_1^{p_1}, B_1^{p_2}, C_1^{p_3}, \ldots, A_r^{p_1}, B_r^{p_2}, C_r^{p_3}, \ldots).$$

Si une plaque orthochromatique, définie par $(S_1, S_2, \ldots, S_r)$, c'est-à-dire ayant des coefficients de sensibilité $S_1, S_2, \ldots, S_r$ dans un intervalle déterminé du spectre, est utilisée avec un écran $K(A_1, A_2, \ldots, A_r)$, le résultat est le même que si l'on opérait directement avec une plaque fictive $(KA_1S_1, KA_2S_2, \ldots, KA_rS_r)$.

Et alors, pour le domaine de transparence seul, les sensibilités relatives sont conservées. Le *coefficient de pose* est le coefficient de luminosité de l'écran.

Si l'on appelle plaque *parfaite* celle dont le coefficient général de sensibilité α est une fonction de la longueur d'onde λ, choisie d'avance d'après une loi déterminée, on peut dire que la plaque orthochromatique usuelle n'est jamais parfaite. Mais en désignant par S son coefficient général, qui peut être connu pour une émulsion donnée, la plaque fictive, qui résulte de son emploi avec un écran convenable, est parfaite, pour un intervalle déterminé, si dans tout cet intervalle on a $\frac{KAS}{\alpha} = \frac{KA_0 S_0}{\alpha_0} = \text{const.}$ Et, en choisissant pour $\frac{S_0}{\alpha_0}$ la plus grande valeur de $\frac{S}{\alpha}$ dans l'intervalle considéré, A_0 est égal à 1 et $A = \frac{S_0}{\alpha_0}\frac{\alpha}{S} > 1$.

Ainsi A, entièrement déterminé, caractérise le coefficient général d'absorption du colorant susceptible d'être utilisé, mais dont l'existence n'est que théorique. Néanmoins, on peut dans la pratique résoudre le problème avec une approximation suffisante. Supposons, en effet, qu'il existe des colorants, à domaines d'absorption très étroits n'empiétant pas les uns sur les autres, simplement juxtaposés et comprenant, par leur ensemble, toute la région considérée du spectre, sauf une bande, domaine de transparence, correspondant à $A_0 = 1$. Chaque colorant employé peut être considéré comme ne possédant (en plus de K_q coefficient connu de luminosité) qu'un seul coefficient d'absorption, a_q, provenant de sa bande unique caractérisée par l'indice q. Le poids p de matière à utiliser est alors déterminé par la relation $a_q^p = A_q$ et l'écran résultant $K_1^{p_1} K_2^{p_2} \ldots (a_1^{p_1}, \ldots, a_r^{p_r})$ répond pratiquement au but proposé.

En réalité, les domaines d'absorption peuvent être moins étroits et empiéter légèrement les uns sur les autres. Cherchons, en effet, à réaliser une plaque fictive de sensibilité comparable à celle de l'œil. Soit une plaque orthochromatique (S_1, S_2, S_3, S_4), définie pour quatre radiations $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$: la première dans la région du maximum (jaune verdâtre), la deuxième dans la région du minimum (vert) de la plaque orthochromatique, la troisième dans la région du maximum ordinaire (bleu violet) et enfin la quatrième plus loin dans le violet.

De plus, la plaque est supposée ne posséder que des maxima et minima secondaires faibles et négligeables, de sorte que l'allure de la fonction S, coefficient de sensibilité, est suffisamment caractérisée par les quatre valeurs données. La plaque de sensibilité comparable à celle de l'œil est définie par $(1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4)$.

Ces coefficients, différents suivant que l'on opère au moyen d'une chambre spectrographique ou par l'intermédiaire d'une échelle de teintes, satisfont aux conditions $1 < \alpha_2 < \alpha_3 < \alpha_4$. Ordinairement, il y a lieu d'atténuer, pour la plaque orthochromatique usuelle, le jaune, le bleu et le violet par rapport au vert, de sorte que l'on doit avoir : $\frac{S_2}{\alpha_2} > \frac{S_1}{1}, \frac{S_2}{\alpha_2} > \frac{S_3}{\alpha_3}, \frac{S_2}{\alpha_2} > \frac{S_4}{\alpha_4}$. Considérons alors trois écrans partiels, $K_1^p(a_1^p, 1, 1, 1)$; $K_2^q(1, 1, b_2^q, c_2^q)$; $K_3^r(1, 1, b_3^r, c_3^r)$; le premier absorbe le jaune et le vert jusqu'à λ_2, avec un domaine de transparence de λ_2 au delà de λ_4; les autres. avec même domaine de

transparence de λ_1 à λ_2, absorbent, le deuxième de λ_2 jusqu'à λ_4 et très légèrement au delà, et le troisième, l'ultra-violet et le violet jusqu'à λ_3. Il y a lieu de remarquer que de pareils colorants existent. L'écran résultant conduit à une plaque fictive parfaite si les conditions $a_1^p = \frac{S_2}{\alpha_2}\frac{1}{S_1} > 1$, $b_2^q b_3^r = \frac{S_2}{\alpha_2}\frac{\alpha_3}{S_3} > 1$, $c_2^q c_3^r = \frac{S_2}{\alpha_2}\frac{\alpha_4}{S_4} > 1$, déterminent des valeurs positives de p, q, r. Il en est toujours ainsi pour p et pareillement pour q et r si $c_2 = b_3 = 1$, ou bien si c_2 et b_3 sont suffisamment approchés de l'unité.

Le problème est donc résolu et l'importance des colorants à bandes d'absorption étroites est manifeste. Mais l'écran résultant ne convient qu'aux plaques pour lesquelles il a été calculé et, si l'on fait le même calcul pour des plaques d'une autre marque, définies par $(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4)$, le rapport des temps de poses, $K_1^{p-p_1} K_2^{q-q_1} K_3^{r-r_1} \frac{S_2}{\sigma_2}$, est une constante qui, étant indépendante de α_2, α_3, α_4, l'est aussi par suite des réductions équivalentes effectuées de part et d'autre sur les sensibilités. Cette proposition subsiste pour un nombre quelconque de colorants et permet, en pratique, de comparer les *valeurs respectives* des différentes marques.

PHYSIQUE. — *Recherches sur le champ électrique terrestre, exécutées à l'occasion de l'éclipse totale du* 30 *août* 1905. Note de M. **Charles Nordmann**, présentée par M. Lœwy.

I. J'ai enregistré photographiquement à Philippeville, d'une manière continue, du 7 août au 21 septembre 1905, les variations du champ électrique de l'atmosphère, au moyen de la méthode de lord Kelvin (collecteur à écoulement d'eau), des isoloirs à acide sulfurique et d'un électromètre Mascart, auquel les modifications si ingénieuses dues à M. Chauveau assuraient un zéro parfaitement stable.

La prise de potentiel se faisait sur la façade Nord du bâtiment servant de corps de garde, qui se trouve sur le petit plateau couronnant le sommet du Djebel Skikda (160^m d'altitude et à environ 50^m seulement de la mer à vol d'oiseau), en un point situé à 0^m,75 du mur du bâtiment et à 2^m,40 du sol.

Les courbes obtenues pendant ces quarante-trois jours d'observation présentent (sans doute par suite de l'extrême régularité en cette saison, sur la côte d'Algérie, de la variation diurne des divers éléments météorologiques) une uniformité et une régularité d'aspect exceptionnelles, et

telles qu'un très grand nombre des courbes diurnes obtenues sont en quelque sorte superposables.

Je me bornerai dans cette Note à exposer succinctement quelques-uns des faits particulièrement nets qui se dégagent des courbes obtenues, réservant les conclusions théoriques qui semblent en découler pour un Mémoire détaillé. On remarquera néanmoins que, le lieu d'observation étant au bord de la mer et exposé régulièrement pendant les heures du jour au vent de mer et la nuit au vent de terre, les résultats obtenus semblent permettre d'examiner d'un point de vue nouveau, à la lumière des faits constatés dans ces conditions particulières, quelques-unes des théories les plus récentes du champ électrique de l'atmosphère : celle de Lenard, qui invoque l'électrisation de l'air par les liquides en mouvement; celle d'Elster et Geitel, celle d'Ebert et celle de Gerdien, qui attribuent de diverses manières ce champ aux ions provenant du sol.

II. *Caractères de la variation diurne.* — Le Tableau ci-dessous représente, en volts, d'après les courbes les plus calmes, les excès positifs ou négatifs moyens de la valeur du champ par rapport à la moyenne diurne, à toutes les heures du jour et de la nuit :

Excès horaires par rapport à la moyenne.

Minuit....	−12	6^h m.....	−20	Midi......	+7	6^h s......	+24
1^h m......	−15	7^h	−20	1^h s.......	+11	7^h	+26
2^h	−17	8^h	−17	2^h	+15	8^h	+19
3^h	−20	9^h	−6	3^h	+19	9^h	+7
4^h	−21	10^h	−2	4^h	+27	10^h	−2
5^h	−22	11^h	+1	5^h	+26	11^h	−9

Moyenne diurne H = 42 volts.

Il résulte de ces chiffres les conclusions suivantes (dont chacune ressort non seulement de ces moyennes, mais de l'étude individuelle des courbes) :

1° *La variation diurne est caractérisée, dans son ensemble, par une oscillation simple avec un maximum vers 4^h du soir et un minimum vers 5^h du matin.*

Il faut remarquer en outre que les divers excès horaires égaux et de signes contraires sont sensiblement équidistants de 12 heures, de sorte que la loi de variation est assez bien représentée par une onde sinusoïdale à période de 24 heures. Ces résultats constituent une confirmation très nette des conclusions remarquables auxquelles est arrivé M. Chauveau, dans ses recherches classiques à la tour Eiffel, relativement à la loi générale de la variation diurne du champ. M. Chauveau a, en effet, attribué à une influence indirecte sur l'air, du voisinage du sol, la double oscillation de jour généralement observée, et au lieu d'observation, à Philippeville, l'air pendant la journée n'a précisément pas passé sur le sol mais provient directement de la mer.

2° L'amplitude de la variation diurne relativement à la valeur moyenne du champ

est relativement élevée et voisine de 1,2. En outre, l'examen des courbes montre nettement que les amplitudes des petites oscillations secondaires et rapides du champ sont d'autant plus grandes que celui-ci est plus fort, c'est-à-dire qu'elles sont bien plus notables le jour que la nuit.

3° Il n'y a aucun rapport apparent à Philippeville entre la variation diurne du champ qui est simple et la double oscillation du baromètre enregistrée au lieu d'observation et qui s'y montre chaque jour nettement. Rappelons à ce propos que l'on a fréquemment invoqué, et récemment encore Ebert, un rapport qui existerait entre la double oscillation du baromètre et l'oscillation diurne du champ qui, dans beaucoup de stations, est également double.

4° Enfin, l'examen individuel des courbes, comme aussi le Tableau ci-dessus, montre l'*existence d'un petit maximum secondaire vers* 7^h *du soir, c'est-à-dire moins d'une heure après le coucher du soleil.* Or j'ai constaté que l'existence d'un maximum relatif ou absolu peu après le coucher du Soleil résulte également des observations du Parc Saint-Maur, du Bureau central météorologique, de Lyon, du cap Thorzen, de Lisbonne, de la tour Eiffel, etc., c'est-à-dire de stations où la variation diurne a des caractères très dissemblables par ailleurs. D'ailleurs, dans toutes ces stations, ce maximum suit en quelque sorte l'heure du coucher du Soleil, c'est-à-dire qu'il a lieu plus tard en hiver qu'en été. La généralité de ce fait, qui paraît constituer un caractère commun à la variation diurne dans toutes les stations, n'avait, à ma connaissance, pas encore été signalée.

III. *Phénomènes observés pendant l'éclipse du* 30 *août.* — La courbe du 30 août présente les caractères suivants :

Rappelons d'abord que le temps a été ce jour-là très beau et normal jusqu'au soir, et que, pendant les heures de l'éclipse, le vent n'a cessé de souffler de la mer comme d'habitude. Le Tableau ci-dessous représente en volts, par rapport aux valeurs moyennes correspondantes des beaux jours voisins de l'éclipse, les excès positifs ou négatifs des ordonnées de la courbe du 30 août, de 9^h du matin à 5^h du soir (heure à laquelle le ciel est devenu nuageux) :

				1er contact.			Totalité.				4e contact.		
9^h	10^h	11^h	12^h	$12^h 40^m$	1^h	$1^h 30^m$	2^h	$2^h 30^m$	$2^h 45^m$	3^h	$3^h 16^m$	4^h	5^h
—2	—2	+1	—5	—3	+7	+5	+11	+13	+32	+7	—3	—13	—14

Il ressort de ce Tableau, et mieux encore de l'aspect de la courbe, que *le champ qui jusqu'au début de l'éclipse était voisin de sa valeur habituelle, et plutôt légèrement plus faible, a commencé à s'élever et à dépasser celle-ci dès le premier contact pour se maintenir au-dessus de sa valeur habituelle moyenne pendant toute la durée du phénomène* et jusqu'au dernier contact. Le fait que les excès sont tous positifs pendant l'éclipse et au contraire négatifs avant et après semble assez caractéristique.

Mais le caractère le plus remarquable de la courbe est *l'existence d'un maximum extrêmement accentué qui est le* maximum maximorum *de toute la journée et qui, dans la limite des erreurs de pointage des courbes, c'est-à-dire à moins de* 1 *minute près certainement, a coïncidé avec le minimum absolu relevé d'autre part sur la courbe des ions positifs.*

Il faut regretter que des circonstances météorologiques très défavorables aient masqué l'allure exacte du phénomène aux observateurs (MM. Ebert, Elster et Geitel, Le Cadet notamment) qui, en d'autres stations, s'étaient proposé d'étudier l'action possible de l'éclipse sur le champ terrestre. Il faudra donc attendre d'éclipses ultérieures la confirmation ou l'infirmation des faits relatés ci-dessus. Aussi, c'est avec toute la réserve que commande le caractère isolé de mes observations, que j'ajoute au sujet des phénomènes enregistrés à Philippeville pendant l'éclipse les remarques suivantes :

1° Le sens des phénomènes observés, c'est-à-dire l'augmentation relative du champ pendant l'éclipse, et notamment le maximum absolu coïncidant avec le minimum de la courbe des ions positifs, est bien d'accord avec ce que permettait de prévoir celle-ci. En effet, toutes choses égales d'ailleurs, comme l'ont montré Elster et Geitel, toute diminution momentanée de la conductibilité de l'atmosphère doit correspondre à une augmentation du champ.

2° L'inverse n'est pas vrai en ce qui concerne les ions positifs, c'est-à-dire que l'augmentation constatée du champ aurait dû accroître, toutes choses égales d'ailleurs, la densité des ions positifs près du sol. Autrement dit, la modification observée du champ peut être l'effet, mais non la cause de celle qui a été enregistrée pour les ions positifs de l'air.

3° L'interception des rayons solaires par la Lune a été accompagnée d'une modification du champ de même sens que celle qui accompagne d'habitude leur disparition derrière l'horizon. De même, en effet, que l'allure descendante de la courbe diurne du champ est interrompue par un maximum relatif moins d'une heure après le coucher du Soleil, de même le maximum absolu du champ pendant l'éclipse s'est produit 45 minutes après la totalité, et toute l'éclipse s'est traduite par un accroissement du champ.

4° On peut remarquer encore que la variation annuelle observée dans toutes les stations est telle qu'en un lieu donné et aux mêmes heures le champ est plus grand en hiver qu'en été. La diminution du rayonnement solaire s'accompagne, à ce point de vue encore, d'une modification du champ dont le sens est le même que celui qu'on a observé pendant l'éclipse.

SPECTROSCOPIE. — *Sur la détermination des* gaz rares *dans les mélanges gazeux naturels*. Note de M. **Charles Moureu**, présentée par M. Deslandres.

J'ai publié à diverses reprises, depuis 1895, des recherches sur les gaz rares des sources thermales. De nouveaux résultats seront communiqués prochainement. En attendant, je répondrai au désir qui m'en a été exprimé par plusieurs savants en décrivant sommairement la technique de mes expériences. Le mode opératoire suivant, que j'ai adopté après un grand nombre de tâtonnements, et en mettant à profit les études antérieures faites sur l'argon ou les autres gaz rares par divers expérimentateurs, notamment par MM. Ramsay et Travers, Bouchard et Troost, Deslandres, Dewar, Schlœsing fils, Maquenne, Moissan, permet de doser rapidement *en bloc* les gaz rares contenus dans les mélanges gazeux naturels, et d'en faire l'étude spectrale dans de bonnes conditions.

En principe, le gaz naturel, après avoir longtemps séjourné sur de la potasse aqueuse, puis sur de la potasse fondue, est chauffé au rouge en présence d'un mélange intime de chaux anhydre et de magnésium (mélange Maquenne), qui fixe à la fois l'azote et l'oxygène. Les gaz ou vapeurs combustibles sont brûlés par de l'oxyde de cuivre; on absorbe les produits de la combustion par de la chaux sodée et de l'anhydride phosphorique. Le résidu gazeux est constitué par les gaz rares.

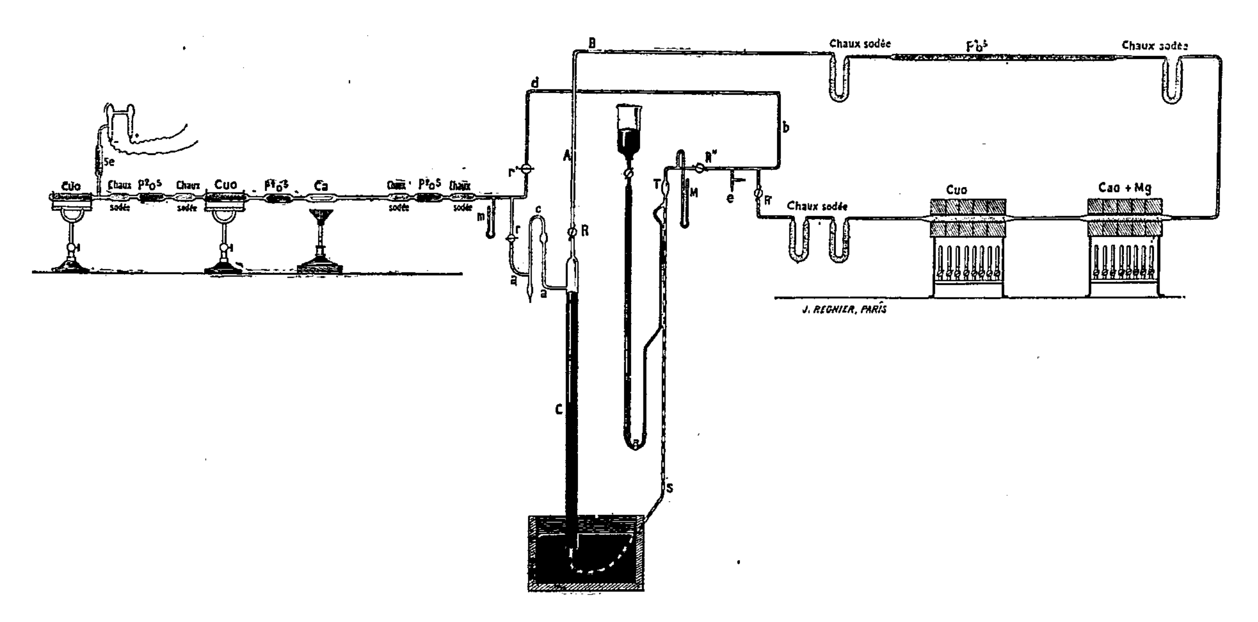
Description de l'appareil. — La partie de droite (côté Maquenne) sert au dosage des gaz rares, et la partie de gauche (côté Plucker) à leur examen spectroscopique.

Une cloche verticale C, haute de $0^m,90$, est disposée sur une petite cuve à mercure; outre l'ajutage *aca* (voir plus loin), elle se continue par un tube AB. Puis, viennent successivement trois tubes à chaux sodée ou à anhydride phosphorique; le tube $CaO + Mg$ (chaux vive 5^g, magnésium 3^g) et un tube à oxyde de cuivre CuO, l'un et l'autre étant disposés sur une grille à gaz; de nouveaux tubes à chaux sodée; et enfin, d'un côté, une trompe à mercure T, dont on peut faire déboucher le tube abducteur S, par un léger déplacement latéral, sous la cloche, et, de l'autre, un tube *bd* qui met en relation le côté Maquenne avec le côté Plucker.

Celui-ci représente, dans ce qu'il a d'essentiel, une réduction du premier. Il comprend de petits tubes à chaux sodée, à anhydride phosphorique et à oxyde de cuivre; un tube à calcium métallique, contenu dans une nacelle en argent; et enfin, tout près du tube de Plucker, un tube rempli de sélénium en menus grains, qui absorbera les vapeurs mercurielles.

L'appareil est muni, en outre, de divers robinets à vide R, R', R'', *r*, *r'*, et de deux manomètres M et *m*. Entièrement en verre, les diverses parties en sont réunies par des soudures directes.

Marche d'une opération. — On fait le vide dans l'appareil, d'abord à froid, puis à chaud (le mélange Maquenne et les tubes à CuO étant portés au rouge sombre). La pression finale est le plus souvent voisine de $0^{mm},5$, la production indéfinie, par le



mélange CaO + Mg, de traces d'hydrogène à chaud, empêchant de faire, en général, un vide plus avancé, d'ailleurs inutile pour le moment dans le côté Maquenne.

Par contre, on peut et l'on doit dès maintenant faire le vide complet dans le côté Plucker. A cet effet, sans cesser nulle part de chauffer, on isole les deux côtés en fermant R et R′, et, pendant que la décharge d'une forte bobine d'induction passe dans le tube de Plucker (afin de purger les électrodes), on continue la manœuvre de la trompe jusqu'à claquement sec de la chute mercurielle.

L'appareil étant ainsi préparé, on ferme *r* et *r′*, on arrête la trompe et la décharge, on ferme R, on ouvre R′, et l'on introduit dans la cloche, au moyen d'une pipette spéciale, 300^{cm^3} de gaz. On ouvre ensuite très légèrement R, de manière que le gaz arrive lentement dans le tube CaO + Mg. Vers la fin, on ouvre en plein R, on dispose l'extrémité de S sous la cloche, et l'on recommence le jeu de la trompe. On produit ainsi une circulation continue de gaz, qu'on prolonge jusqu'à pression constante pendant une heure (on a cessé de chauffer le tube CaO + Mg une demi-heure avant la fin).

En ouvrant maintenant, pendant un instant, *r* et *r′*, on fait passer un peu de gaz dans le côté Plucker, où sa purification complète s'opère rapidement. Dès que le spectre des gaz rares (le mieux sous 4^{mm}) apparaît exempt des lignes ou bandes parasites du début, on sépare par un trait de chalumeau le tube de Plucker. L'étude spectroscopique sera faite ensuite à loisir.

Il ne reste plus qu'à mesurer le gaz résiduel, ce que l'on fait en l'aspirant dans une éprouvette graduée sur la cuve à mercure, tous robinets ouverts. Si l'on y ajoute celui,

calculé d'après la capacité et la pression, qui a été enfermé dans le tube de Plucker, on a le volume total,

Le rôle du calcium métallique Ca (côté Plucker) est de fixer éventuellement (au rouge) des traces d'azote qui auraient pu échapper à l'action du mélange $CaO + Mg$.

Quant à l'ajutage *aca* dont la forme spéciale trouve son utilité lors de l'introduction du gaz à étudier dans la cloche, il permettra l'extraction totale du gaz résiduel dans les cas d'obstruction accidentelle du tube $CaO + Mg$.

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur de fusion de la glace.* Note de M. A. Leduc, présentée par M. Lippmann.

La chaleur de fusion de la glace, malgré sa grande importance, n'est connue qu'avec une approximation bien médiocre.

Pour ne parler que des travaux les plus classiques, on sait que Bunsen donne comme résultat moyen 80,03, tandis que Laprovostaye et Desains ont trouvé 79,25, nombre confirmé par Regnault.

L'écart de ces deux nombres, très voisin de 1 pour 100, semblait s'exagérer encore très notablement par ce fait que l'unité de Bunsen était plus grande que celle de ses prédécesseurs. On admettait en effet, il y a quelques années encore, d'après Regnault, que la chaleur spécifique de l'eau croissait très lentement de 0° à 20° et que la chaleur spécifique moyenne entre 0° et 100° (calorie de Bunsen) était 1,005 en fonction de la calorie à 12°.

D'après cela, on pouvait considérer les anciens nombres comme exprimés indifféremment en calories à 0°, à 12° ou à 15°, tandis qu'il fallait multiplier par 1,005 le résultat de Bunsen. C'est ainsi que Bertin (1), analysant l'important Mémoire de ce savant, est conduit au nombre 80,43.

Mais, depuis que Rowland a montré l'existence d'un minimum de chaleur spécifique de l'eau vers 38°, de nombreuses expériences ont été faites sur ce sujet.

Résumant ces travaux au Congrès de 1900, M. Griffiths (2) propose d'admettre que, conformément aux expériences de Callendar et Barnes, la chaleur spécifique moyenne de l'eau entre 0° et 100° est égale à sa chaleur spécifique vraie vers 15° (13°,3 ou 16° suivant la formule adoptée).

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIII, p. 61 et suiv.

(2) Rapport présenté au Congrès international de Physique réuni à Paris en 1900.

Si l'on prend celle-ci pour unité, la chaleur spécifique vraie à 0° devient 1,004 d'après M. Barnes.

Adoptant cette unité, qui est celle de Bunsen, en tenant compte des températures extrêmes du calorimètre dans les expériences de Laprovostaye et Desains, on trouve que le nombre de ces derniers doit être ramené à 79,17. La réduction est insignifiante, les auteurs eux-mêmes admettant comme limite d'erreur $\pm$ 0,3.

La modification apportée aux résultats de Regnault est du même ordre et en sens inverse.

En résumé, l'écart brut de 1 pour 100 constaté au début subsiste purement et simplement si l'on tient compte des expériences récentes sur la chaleur spécifique de l'eau.

Or on n'aperçoit, ni dans la méthode des mélanges, ni dans celle du calorimètre à glace, de causes d'erreur capables d'expliquer cette divergence.

Mais il faut remarquer que, dans la méthode de Bunsen, la chaleur latente est donnée par la formule

$$\lambda = \frac{Q(u' - u)}{nv},$$

dans laquelle u' et u désignent les volumes spécifiques de la glace et de l'eau à 0°, et Q le nombre de calories qui, versées dans le calorimètre, font rétrograder la colonne de n divisions de volume v.

Une erreur très faible sur u' produit une erreur relative très importante sur $(u' - u)$.

Or j'ai établi que *la masse spécifique de la glace à* 0° *est* 0,9176 *au lieu de* 0,91674 trouvée par Bunsen.

On en déduit $u' - u = 0{,}0897$ au lieu de 0,09069 et

$$\lambda = 79{,}15 \text{ calories à } 15°.$$

Comme on ne peut affirmer que l'erreur sur $u' - u$ soit inférieure à $\frac{1}{1000}$, il est illusoire de conserver la deuxième décimale.

Il en est de même, à plus forte raison, des résultats anciens, sans compter qu'il faudrait encore réduire les températures à l'échelle normale.

Pour tenir compte seulement de ce que les expériences de Regnault conduiraient à une valeur légèrement supérieure, je propose d'admettre que

conformément aux expériences de Laprovostaye et Desains, confirmées par celles de Regnault et de Bunsen, la chaleur de fusion de la glace est

$$\lambda = 79,2 \text{ calories à } 15^\circ.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la soudure synthétique des acides amidés dérivés des albumines.* Note de MM. **L. Hugounenq** et **A. Morel**, présentée par M. Armand Gautier.

Dans nos précédentes Communications [1], nous avons insisté sur l'intérêt que présente, pour l'étude de la structure moléculaire des albumines, la réalisation synthétique de la soudure des acides amidés dérivés des matières protéiques. Dans cette voie, nous nous sommes attachés à fixer les fonctions amines de ces acides à un groupement CO, c'est-à-dire à les faire entrer dans une molécule d'urée substituée, comme il en existe dans les albumines naturelles. C'est ainsi que nous avons été amenés à préparer l'urée symétrique de la leucine ou acide amino-caproïque :

$$CO\begin{cases} AzH - C^5H^{10} - CO^2H \\ A\ H - C^5H^{10} - CO^2H \end{cases}.$$

I. Ces recherches ont été poursuivies avec la tyrosine qui est, avec la leucine, un des termes les plus importants du dédoublement des substances albuminoïdes. Elles nous ont conduits aux résultats suivants :

1° Au-dessous de 100°, l'oxychlorure de carbone est sans action sur la tyrosine; vers 150°, en tube scellé, la réaction s'accompagne de la formation de produits goudronneux;

2° A froid, $COCl^2$ réagit sur le sel de soude de la tyrosine dissous dans l'eau, en donnant l'urée symétrique de la tyrosine

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\quad CO^2H \\ \qquad\qquad\quad | \\ CO\begin{cases} AzH - CH - CH^2 - C^6H^4.OH \\ AzH - CH - CH^2 - C^6H^4.OH \end{cases}. \\ \qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\quad CO^2H \end{array}$$

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 150, 505, 859.

Préparation. — On dissout 2^mol de tyrosine dans l'eau renfermant 2^mol de soude : on dirige dans la solution un courant très lent de $COCl^2$: on voit se déposer un précipité blanc, en même temps que la liqueur devient acide. Ce précipité, formé d'urée de la tyrosine avec un peu de chlorhydrate de tyrosine, est lavé à l'eau, dissous dans l'alcool et reprécipité de la solution alcoolique par un excès d'eau. On peut le purifier par une redissolution dans l'eau alcaline suivie d'un traitement par un acide qui insolubilise ce produit. L'analyse donne des chiffres très concordants avec la théorie.

L'urée de la tyrosine est très peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool. Obtenue par précipitation au sein de l'eau de sa solution alcoolique, elle se dépose sous forme de flocons ressemblant à de l'albumine et qui, desséchés, donnent une poudre blanche brunissant vers 150° et fondant, avec décomposition, à 240°. Le réactif de Millon colore ce corps en rouge, comme on pouvait s'y attendre, la fonction phénolique étant restée intacte.

II. Les carbimides réagissent sur la tyrosine dissoute dans l'eau alcaline en donnant naissance à des urées mixtes de la tyrosine et des amines, ce qui permet de préparer des urées mixtes de deux acides amidés différents. Nous nous bornerons aujourd'hui à indiquer, comme exemple, l'urée mixte de la tyrosine et de l'aniline

$$CO\begin{cases} AzH - C^6H^5 \\ AzH - \underset{\displaystyle CO^2H}{\underset{|}{CH}} - CH^2.C^6H^4OH. \end{cases}$$

Préparation. — On dissout dans l'eau 1^mol de soude et 1^mol de tyrosine. Dans la dissolution refroidie par la glace, on fait tomber goutte à goutte 1^mol d'isocyanate de phényle, en agitant. On laisse la température s'élever lentement : de la diphénylurée se précipite, on la sépare et l'on acidifie la liqueur alcaline filtrée. Le corps qui se dépose est purifié par deux ou trois redissolutions dans les alcalis, suivies de précipitations par un acide minéral. On termine par une cristallisation dans l'alcool.

L'analyse élémentaire donne des chiffres qui correspondent à la formule ci-dessus.

L'urée mixte de la tyrosine et de l'aniline est très peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool. C'est une poudre cristalline blanche fondant à 194°, en se décomposant. Elle donne la réaction de Millon.

BOTANIQUE. — *Structure des végétaux développés à la lumière, sans gaz carbonique, en présence de matières organiques.* Note de M. **Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai précédemment montré (*Comptes rendus*, 14 août 1905) comment des végétaux supérieurs, pourvus de chlorophylle, pouvaient se développer

dans une atmosphère confinée, pourvu qu'on mette à la disposition de leurs racines diverses substances organiques. Dans ces conditions de végétation les plantes acquièrent un ensemble de caractères anatomiques très spécial.

Pour donner une idée générale de ceux-ci, je me contenterai ici de deux exemples particuliers s'appliquant tous deux au Radis.

Le premier est relatif à des plantes développées sur une solution minérale additionnée de 10 pour 100 de saccharose; l'un des individus est resté en relation avec l'atmosphère pendant tout le temps de sa végétation, c'est-à-dire du 19 avril au 8 août; à ce moment plusieurs fleurs s'étaient constituées et quelques-unes d'entre elles avaient abouti à la formation de fruits; l'individu que nous voulons lui comparer était resté en communication avec l'atmosphère du 19 avril au 28 juin, date à laquelle le tube a été fermé; les deux individus étaient alors parfaitement comparables et leur tige ne présentait encore aucun long entrenœud visible; en atmosphère confinée la seconde plante a vite perdu ses premières feuilles et a donné naissance à une tige florifère pourvue de nouvelles feuilles très petites et crépues et de fleurs dont aucune ne s'est épanouie.

La comparaison de la structure de la tige et du pétiole permet d'établir les différences essentielles suivantes : l'écorce est sensiblement plus épaisse dans les organes développés en atmosphère confinée; le nombre des cellules reste d'ailleurs le même, il y a donc augmentation dans les dimensions des éléments; les formations secondaires libéroligneuses sont plus abondantes et leur aspect très différent; les vaisseaux du bois ont un calibre sensiblement moindre; ils sont très réguliers, de section circulaire, et non polygonale comme dans les conditions normales; ils sont très sensiblement égaux. Enfin, leur paroi est très faiblement lignifiée; rapprochons de cette dernière modification le fait que le sclérenchyme qui se trouve normalement adossé au liber primaire ne se constitue pas; le liber secondaire est beaucoup plus développé et les tubes criblés plus nombreux.

D'autre part, tous les parenchymes différenciés présentent une grande quantité d'amidon, alors qu'il n'y en a pas trace dans la tige ni le pétiole de la plante restée en relation avec l'atmosphère; pour le pétiole l'amidon est surtout abondant dans les deux ou trois assises sous-épidermiques et dans les cellules entourant les faisceaux; mais il existe dans tout le parenchyme et apparaît même, bien qu'en faible quantité, dans les cellules épidermiques qui, on le sait, en sont normalement dépourvues, même dans les espèces où il existe une réserve amylacée figurée.

Le limbe présente une épaisseur réduite d'environ $\frac{1}{3}$ dans les tubes fermés; les cellules des tissus palissadique et lacuneux restent serrées les

unes contre les autres, le système aérifère ne se développant que d'une manière rudimentaire; les assises palissadiques qui, dans les deux cas, sont au nombre de trois sont constituées par des cellules relativement plus allongées dans le sens perpendiculaire à la surface du limbe. Ici encore toutes les cellules sont bourrées d'amidon dans l'échantillon du tube fermé, alors qu'on n'en observe pas trace dans celui qui sert de terme de comparaison; les cellules épidermiques n'échappent pas à cette transformation, surtout celles de la face inférieure qui contiennent toujours plus de leucites amylacées que celles de la face supérieure.

Les faits relatifs au limbe foliaire correspondent à une différenciation moins grande; les tissus gardent des caractères embryonnaires, ce qui cadre bien avec le faible développement que la feuille est susceptible d'acquérir dans ces conditions. Quant aux caractères nouveaux que présentent la tige et le pétiole, on peut remarquer qu'ils sont très semblables à ceux qu'on observe pour les organes souterrains, comparés aux organes homologues aériens du même individu (Costantin); en supprimant la fonction chlorophyllienne, ou tout au moins en empêchant celle-ci de donner à la plante plus de carbone qu'elle n'en perd par la respiration, on obtient donc à la lumière une structure analogue à celle qui s'observe naturellement dans le milieu souterrain; ajoutons que la formation d'une grande quantité d'amidon dans les plantes développées en atmosphère confinée paraît montrer que, dans ces conditions, l'utilisation des substances organiques est plus considérable qu'à l'air libre, ce que vérifie la comparaison des poids secs qui sont toujours plus élevés pour les individus des tubes fermés.

Si l'on ferme le tube après avoir pris soin de provoquer le développement d'une moisissure à côté du Radis, les caractères de ce dernier restent ceux qu'ils sont en tube ouvert; c'est donc bien à l'absence de gaz carbonique et non à d'autres conditions telles qu'un degré hygrométrique plus élevé que sont dues les modifications que nous venons de signaler. Tout se passe comme s'il se produisait dans la plante un changement complet dans la circulation des matériaux nutritifs, cheminant dans les conditions normales des parties aériennes vers les parties souterraines, et allant, dans le cas des tubes fermés, de la racine vers les organes supérieurs.

Le second exemple se rapporte à des Radis développés dans une solution minérale à laquelle il était ajouté 5 pour 100 de glucose et 2 pour 100 d'asparagine; mais ici les tubes étaient fermés dès le début du développement; nous retrouvons l'ensemble des caractères différentiels précédents.

Mais signalons, en outre, un fait relatif aux cellules de l'écorce de l'axe hypocotylé; en même temps que celles-ci augmentent de volume, leur noyau se divise très fréquemment et il n'est pas rare d'observer des cellules corticales pourvues de 2, 3 ou 4 noyaux, sans qu'il se soit constitué de membranes correspondantes; de plus, les noyaux subissent une hypertrophie et une dégénérescence en tout semblables à celles qui ont été décrites pour les cellules soumises, soit à la chaleur (Prillieux), soit à une action parasitaire; il est particulièrement frappant de comparer les transformations cellulaires auxquelles je fais allusion à celles que présentent les cellules des sépales du *Raphanus Raphanistrum* L. lorsqu'elles ont subi l'action du *Dasyneura Raphanistri* Kieffer. Chaleur et parasites paraissent ainsi n'intervenir que pour amener dans la cellule des modifications de nutrition analogues à celles que nous avons réalisées directement.

En somme, structure semblable à celle des organes souterrains et parfois formation de tissus à cellules plurinucléées, comme dans certaines galles; tels sont les caractères essentiels présentés par les végétaux cultivés dans les conditions que nous avons définies.

BOTANIQUE. — *Symbioses d'Orchidées et de divers champignons endophytes.* Note de M. **Noel Bernard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus,* 8 mai 1905) j'ai désigné provisoirement par les termes d'endophyte de *Cattleya,* endophyte de *Phalœnopsis,* endophyte d'*Odontoglossum,* trois espèces bien distinctes de champignons endophytes d'Orchidées. Il existe d'autres espèces, dont j'ai dès à présent isolé quelques-unes, mais il sera surtout question ici d'expériences faites avec les trois premières, dont mes publications antérieures ont fait connaître en partie les caractères et les propriétés.

Lorsqu'on introduit comparativement ces divers endophytes dans des semis aseptiques de graines provenant d'un même fruit d'Orchidée, on observe des phénomènes assez variés. En général, dans des conditions bien déterminées de culture, un champignon convient mieux que les autres pour la germination des graines. Certaines symbioses (comme celles des *Phalœnopsis* ou *Vanda* avec l'endophyte de *Cattleya*) m'ont paru impossibles à réaliser. Cependant, au cours de nombreux essais, *j'ai réussi parfois à faire développer en symbiose des embryons d'une même espèce de graines avec l'un ou l'autre de deux champignons différents.*

Des graines hybrides de *Lœlia Mozart* × *Brassavola Digbyana* ont été semées aseptiquement soit sur du coton hydrophile imbibé d'une décoction de salep, soit sur la

surface d'une gelée obtenue en ajoutant 1 pour 100 de gélose à la même décoction. A la suite de l'introduction dans ces cultures de l'endophyte de *Cattleya* (que cette introduction ait lieu tôt ou tard pendant les premiers mois après le semis), un grand nombre des graines semées sur gélose germent et progressent régulièrement, mais les graines semées sur coton ne montrent qu'un progrès presque insensible. J'ai signalé déjà ce fait, général pour toutes les graines d'Orchidées épiphytes appartenant au groupe naturel formé par les genres *Cattleya, Lælia* et *Brassavola*. L'introduction de l'endophyte de *Phalænopsis* peut, au contraire, provoquer la germination de graines semées sur coton, d'autant plus facilement que ce champignon est introduit dans la culture plus tôt après le semis des graines. J'ai obtenu dans ces conditions des plantules qui avaient formé quatre ou cinq feuilles et deux ou trois racines après 7 mois de culture. Les semis sur gélose, avec ce même endophyte, progressent d'abord très vite, mais les plantules meurent inévitablement, après environ 3 mois de culture, dès que les tubercules embryonnaires et les deux premières feuilles sont formés. On trouve alors ces plantules complètement envahies par le champignon à l'invasion duquel elles n'offrent, dans ces conditions de culture, qu'une résistance phagocytaire insuffisante.

Des essais de même nature, faits d'une part avec des graines d'*Odontoglossum* et les endophytes de *Phalænopsis* ou d'*Odontoglossum,* d'autre part avec des graines de *Vanda* et les deux mêmes endophytes, m'ont également montré que la possibilité d'une symbiose avec chaque champignon dépend surtout : 1° du choix d'un substratum convenable pour le semis (coton, gélose, moelle de sureau, etc.) sans qu'il soit d'ailleurs nécessaire de changer le liquide nutritif employé dans les divers cas; 2° de la date d'introduction de l'endophyte après une période d'attente plus ou moins prolongée. Au prix de précautions de cette nature, j'ai pu élever pendant plusieurs mois comparativement des plantules de chaque espèce avec l'un ou l'autre de deux champignons. Il est pratiquement difficile de poursuivre très longtemps ces cultures dans des conditions expérimentales précises et l'on sait que le développement complet d'une Orchidée demande au moins quatre ou cinq ans. Mais c'est surtout la contamination accidentelle des cultures par des moisissures banales qui force à arrêter les expériences; il ne paraît pas logiquement impossible qu'elles puissent être poursuivies plus longtemps.

Quoi qu'il en soit, *la rapidité et le mode même du développement dépendent de la nature de l'endophyte vivant avec les plantules.* Pour les graines de *Lælia×Brassavola* citées plus haut, l'infestation est plus étendue et le développement plus rapide avec l'endophyte de *Phalænopsis* qu'avec l'endophyte de *Cattleya;* les tubercules embryonnaires sont plus volumineux; les poils absorbants plus nombreux et plus serrés.

Des semis de *Vanda tricolor* m'ont montré des différences plus considérables et d'autant plus intéressantes qu'il s'agit de graines d'espèce pure et non de graines hybrides. Les plantules cultivées sur moelle de sureau avec

l'endophyte de *Phalænopsis* sont d'un type normal. L'embryon infesté se développe en un tubercule embryonnaire ayant la forme d'une corne à pointe recourbée, amincie dorsalement en crête; dès la fin du troisième mois, ce tubercule embryonnaire peut atteindre son complet développement (4^{mm} de longueur), les premières feuilles apparaissent alors à son sommet végétatif. Une plantule élevée pendant 7 mois dans ces conditions a déployé trois feuilles et produit sa première racine. J'ai obtenu, avec des graines du même fruit, des germinations sur coton en symbiose avec l'endophyte d'*Odontoglossum*. Le développement débute de la même manière et se poursuit normalement pendant les premiers mois; mais la période de tubérisation se prolonge ensuite d'une manière tout à fait anormale. Après 5 mois de culture je n'ai obtenu aucune plante feuillée; sur une douzaine de tubercules embryonnaires développés à ce moment, l'un était trifurqué et avait trois sommets végétatifs, un autre, élevé jusqu'à 7 mois, a atteint le double de la taille normale, sans montrer encore aucune ébauche foliaire.

ZOOLOGIE. — *Sur les Copépodes recueillis par la mission Charcot et communiqués par M. E.-L. Bouvier.* Note de M. **Quidor**, présentée par M. Yves Delage.

La mission Charcot, dit une voix autorisée [1], a recueilli des richesses zoologiques d'une valeur inestimable destinées à combler bien des lacunes dans les collections du Muséum. Cette appréciation générale de la pénible et fructueuse campagne du *Français* s'applique, en particulier, au groupe des Copépodes étudié dans cette Note.

Il a été recueilli dans le voisinage de l'île Wandel quelques-unes des espèces trouvées précédemment par l'expédition de la *Belgica : Balanus propinquus* (Brady), *Euchæta antarctica* (Giesbrecht), *Harpacticus brevicornis* (O.-F. Müller).

La mission rapporte, en outre, quatre espèces nouvelles. L'une pélagique capturée par le filet de surface, *Phyllopus Turqueti* (n. s.); deux autres draguées dans la baie de Carthage par une profondeur de 20^{m} : *Porcellidium Charcoti* (n. s.) et *Porcellidium affinis* (n. s.); enfin une espèce parasite

---

[1] M. E.-L. Bouvier, *Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle*, 1905, n° 5, p. 294.

Anchorella intermedia (n. s.) trouvée dans la cavité buccale d'un *Nothostenia*.

Si *Balanus propinquus* (Brady) et *Euchæta antarctica* (Giesbrecht) ne sont tous deux représentés que par un seul exemplaire femelle, il n'en est pas de même de *Harpacticus brevicornis* (F. Müller) qui pullule parmi les algues du littoral. Mâles, femelles, parfois accouplés, jeunes à différents stades ont fourni d'abondantes récoltes.

On ne connaissait jusqu'ici qu'une espèce de *Phyllopus, P. bidentatus* (Brady) recueilli par le Challenger au sud-est de Buénos-Ayres à une profondeur de 4850^{m} et représenté par un seul exemplaire femelle. Un autre spécimen, également femelle, étudié par Giesbrecht, fut récolté près de l'équateur au sud-est des îles Galapagos à une profondeur de 1800^{m}. Or, la capture de *Phyllopus Turqueti* (n. s.) par le filet de surface, près de l'île Wandel, montre une fois de plus que la faune abyssale des régions équatoriales a de grandes affinités avec la faune australe de surface.

Il était d'ailleurs intéressant de connaître le mâle de cette espèce. Le nom de *genre* est en effet tiré de la structure de l'article terminal de la cinquième patte de la femelle. Or, le dimorphisme porte précisément sur la structure de ce dernier article à l'extrémité duquel s'insèrent, chez le mâle, trois épines longues et fortes, absentes chez la femelle. L'antenne gauche du mâle est d'ailleurs géniculée au tiers de sa longueur.

Le genre *Porcellidium*, si nettement défini par la forme générale du corps et la structure de ses appendices, est représenté par deux espèces nouvelles fort intéressantes. L'une, *Porcellidium affinis* (n. s.), dont un seul exemplaire femelle a été recueilli, se distingue de tous les autres *Porcellidium* par ses antennes antérieures à 7 articles au lieu de 5 et par une seconde maxille rudimentaire. L'autre, *Phyllopus Charcoti* (n. s.), est représenté par deux individus, l'un mâle, l'autre femelle, dont le dimorphisme sexuel porte non seulement sur le rostre, la ligne frontale et les antennes antérieures, mais encore sur l'organe visuel. On observe en effet, chez le mâle, deux yeux lenticulaires distincts et bien développés, tandis que la femelle ne présente que deux petits yeux médians accolés par leur face médiane.

Le matériel d'*Anchorella intermedia* (n. s.) est des plus précieux, tant par le nombre que par la variété des individus récoltés.

La femelle adulte mesure 13^{mm} des antennes à l'extrémité des ovisacs. C'est une forme très intéressante, car elle est intermédiaire entre les Brachielles et les Anchorelles. Les secondes pattes-mâchoires ne sont, en effet,

soudées qu'à leur extrémité distale comme chez les Brachielles; mais elles restent courtes et trapues, et le mâle se distingue nettement des mâles des Brachielles par l'absence d'abdomen segmenté.

L'homologie des appendices locomoteurs du mâle et des pattes-mâchoires de la femelle a pu être établie de nouveau, et d'une façon certaine, par l'examen d'une jeune femelle dont la taille ne dépassait pas $4^{mm},5$. Le cou et le thorax mesuraient respectivement 3^{mm} et $1^{mm},5$. Les pattes-mâchoires antérieures et postérieures n'étaient pas encore complètement adaptées à leurs nouvelles fonctions : elles ne laissaient aucun doute sur le rôle actif joué par elles dans le déplacement de l'animal avant sa fixation.

Il est d'ailleurs intéressant de noter la présence de deux diatomées dans le tube digestif de ce jeune parasite.

ZOOLOGIE. — *Sur une Microsporidie nouvelle*, Pleistophora macrospora, *parasite des Loches franches du Dauphiné*. Note de M. **Casimir Cépède**, présentée par M. Alfred Giard.

L'espèce qui fait l'objet de la présente Communication appartient au groupe des Microsporidies de Balbiani ou Myxosporidies cryptocystes de Gurley. Le parasite est très rare. Je ne l'ai rencontré qu'une seule fois bien que j'aie examiné pendant ces trois dernières années de très nombreux *Cobitis barbatula* L. provenant de stations diverses de la région du Grésivaudan à des époques différentes de l'année.

L'unique Loche parasitée provenait de l'étang de Jarrie, près de Grenoble. Elle atteignait une longueur de 7^{cm} environ y compris la nageoire caudale. Elle m'a montré une tumeur unique intramusculaire de la paroi latérale de l'abdomen au voisinage de l'anus. De forme ellipsoïde, elle apparaissait en blanc jaunâtre par transparence à travers les téguments fortement distendus par elle. Son diamètre était de 3^{mm} environ et son bord supérieur à $1^{mm},5$ au-dessous de la ligne latérale.

Légèrement fendue pour favoriser la pénétration des réactifs fixateurs, la tumeur laissa sortir un peu de son contenu blanchâtre. Cette bouillie était presque exclusivement constituée par d'innombrables spores, relativement grosses, d'une Microsporidie. Certaines de ces spores étaient isolées; les autres, beaucoup plus nombreuses, à divers états de maturation, étaient encore renfermées dans l'enveloppe très nette et assez épaisse du pansporoblaste. Çà et là, on pouvait observer, en outre, quelques pansporoblastes, très rares, à des stades divers de la sporogenèse.

Cette bouillie servit à faire les observations *in vivo* et l'étude à l'aide de frottis dont les uns furent fixés au sublimé-acétique-alcool, les autres soit à l'alcool-éther, soit à l'alcool absolu. Ces frottis furent colorés, ceux-là à l'aide de l'hématoxyline ferrique, ceux-ci au bleu de méthylène-éosine, d'après les méthodes de Romanovsky et de Giemsa. J'ai en outre et surtout étudié cette Microsporidie sur des coupes sériées de

la tumeur. Je me bornerai ici à une description très sommaire de cette espèce, me proposant d'en faire une étude détaillée dans un Mémoire ultérieur accompagné de figures.

La tumeur contient d'innombrables pansporoblastes qui parfois ont transformé les muscles en une véritable masse microsporidienne. Le plus souvent toutefois on observe l'invasion d'une partie seulement du faisceau musculaire.

In vivo les pansporoblastes, dont la taille moyenne varie peu autour de 25^{μ} à 30^{μ} de diamètre, sont sphériques ou subsphériques et montrent une paroi très nette, à double contour. Leur contenu varie selon l'état plus ou moins avancé de la sporogenèse. Le plus souvent, ils renferment des spores nombreuses dont l'épaisseur plus ou moins grande de la paroi indique l'état de maturation. Parfois, mais rarement, le pansporoblaste renferme un contenu cytoplasmique, très pâle, finement granuleux, occupant toute la cavité pansporoblastique ou laissant libre une partie de cette cavité. Au sein de ce cytoplasme se voient, diversement disposées, des plages plus claires : ce sont les noyaux du sporoblaste.

La présence d'une membrane pansporoblastique et le nombre très grand et variable des spores contenues dans un même pansporoblaste définissent cette microsporidie comme appartenant au genre *Pleistophora* Gurley. Je la nomme *Pleistophora macrospora* n. sp., en raison de la grande taille relative de ses spores, qui mesurent *in vivo* $8^{\mu},50$ de longueur et $4^{\mu},25$ environ dans leur plus grande largeur.

Ces spores, étudiées *in vivo,* ont des aspects très différents peut-être en relation avec le degré plus ou moins avancé de leur maturation. Mes recherches n'ont pas pu être assez poussées dans ce sens à cause de l'insuffisance du matériel pour me permettre une interprétation quelconque. Certaines spores, nettement ovoïdes, montrent à chacune de leurs extrémités deux espaces clairs délimitant une masse cytoplasmique intermédiaire, granuleuse, moins réfringente. La paroi sporale est, dans ces cas, à peine visible. D'autres spores montrent une unique cavité claire placée à l'un des pôles et dans laquelle se voit nettement le filament spiral. Le pôle opposé à la capsule est occupé par un cytoplasme très clair et finement granuleux.

J'ai réussi à faire dévaginer le filament spiral après un séjour des spores pendant une heure environ dans le liquide physiologique. Ce filament atteint la taille considérable de 225^{μ}. Son épaisseur va en s'atténuant insensiblement au fur et à mesure qu'on s'approche de son extrémité libre.

Les spores à filament dévaginé se présentent aussi sous des aspects très divers. Tandis que les unes montrent un contenu granuleux clair qui occupe toute la spore, laissant voir seulement à son intérieur un arc et un point circulaire plus réfringents, d'autres montrent un grand espace réfringent unique qui occupe presque tout leur intérieur, entouré par une zone périphérique très faiblement colorée en jaune pâle, transparente, plus épaisse aux deux pôles de la spore.

Mes colorations des spores par l'hématoxyline ferrique rappellent le plus souvent d'une façon frappante les figures données par Stempell (1904) pour *Nosema anomalum* Moniez.

Par les méthodes de Romanovsky et de Giemsa, certaines spores montrent leur capsule polaire occupant la partie la plus étroite de la spore. Vers le sommet, mais un peu déjeté sur le côté, j'ai vu l'orifice capsulaire parfois occupé par une masse légère-

ment colorée en bleu. Autour de la capsule séparant cette dernière de l'enveloppe sporale se voit un contenu faiblement coloré soit en bleu ciel, soit en bleu ciel et rose, soit enfin en rose et violet pâle. Au sein de ce contenu, que je crois être le plasma sporal, on distingue assez souvent de fins grains chromatiques rouge vif. Dans d'autres spores, on aperçoit quelques taches de même teinte, mais plus volumineuses. En un point de ce contenu sporal on met nettement en évidence un espace clair, séparé du contenu environnant plus coloré par une mince membrane chromatique contre laquelle viennent s'appuyer parfois deux grosses masses chromatiques violettes qui, parfois aussi, baignent librement dans l'espace clair. Dans certaines spores, je n'ai pas réussi à voir de paroi autour des deux masses chromatiques violettes et j'ai observé en outre dans le contenu sporal une area plus claire séparée du plasma par une membrane assez nette contre laquelle sont appuyés quelques grains chromatiques intensément colorés.

CYTOLOGIE. — *Sur la structure intime du protoplasma chez les Protozoaires.* Note de M. **Emmanuel Fauré-Fremiet**, présentée par M. Alfred Giard.

J'ai montré, dans quelques Notes publiées en 1904 à la Société de Biologie, que chez les Protozoaires, les structures réticulées de Fabre-Domergue et les structures sphérulaires de Kunstler n'étaient nullement exclusives l'une pour l'autre et coexistaient le plus souvent (Infusoires ciliés). Je résumerai ici le résultat d'observations nouvelles et les conclusions qui en découlent.

Sphéroplastes. — Je nommerai *sphéroplastes* les éléments sphérulaires, sphérules plasmatiques ou encore sphérules trophoplasmiques de Kunstler. Il existe des sphéroplastes à sécrétion interne et des sphéroplastes à sécrétion externe.

Sphéroplastes à sécrétion interne. — Ces éléments se présentent chez *Paramœcium* sous forme de sphérules très petites (0^{μ}, 3-4), peu colorables, à paroi très mince, sans aucune inclusion. Si l'on en juge d'après la série de formes que l'on peut observer, ces petites sphérules peuvent s'accroître jusqu'à atteindre 2^{μ} et 3^{μ} en même temps que des granulations nombreuses et fortement fuchsinophiles se forment dans le suc sphérulaire; parvenues à cet état, elles ne peuvent plus se diviser et sont destinées à se désagréger. Chez *Nassula aurea* et chez *Campanella umbellaria* ces sphéroplastes sont nombreux, volumineux et produisent diverses granulations fuchsinophiles, des cristalloïdes, des globules graisseux et une substance colorante.

Sphéroplastes à sécrétion externe. — Ces sphéroplastes peuvent former de véritables tissus, tels que la couche alvéolaire de Butschli chez les Infusoires, la paroi du réservoir de la vésicule et le cordon plasmatique du pédoncule chez les Vorticelles, la couche granuleuse du tentacule des Noctiluques. La structure de ces sphérules est

complexe comme l'a montré Kunstler. Chez *Paramœcium* les sphéroplastes à sécrétion externe sont constitués par une fine membrane présentant quelques épaississements internes auxquels viennent s'aboucher les trabécules d'un réseau très délicat baigné par le suc sphérulaire; ce réseau présente des nodosités et des épaississements et supporte souvent une ou plusieurs granulations centrales dont le nombre et l'existence même n'ont rien de constant. La colorabilité de ces éléments est très faible.

Suivant Kunstler, les sphéroplastes joueraient un rôle important dans les phénomènes d'hylogenèse et, chez *Opalina*, le réseau intérieur des *sphérules trophoplasmiques* serait un véritable appareil sécréteur. Je suis arrivé à la même conclusion, tout en admettant, au moins pour les sphéroplastes *à sécrétion externe*, un schéma différent. Il faut, je crois, distinguer dans l'évolution d'un sphéroplaste l'état d'activité élaboratrice et l'état d'activité cinétique.

Pendant l'état cinétique, c'est-à-dire au moment de la division du sphéroplaste, la colorabilité de celui-ci est très faible; mais j'ai constaté l'existence d'un corpuscule pariétal extrêmement petit, fortement sidérophile, qui semble jouer un rôle dans la division sphérulaire, car je l'ai vu simple ou double et, dans ce dernier cas, les deux corpuscules étaient aux deux pôles du sphéroplaste qui, le plus souvent, était allongé. L'existence de ce *kinosome* demande encore une sérieuse confirmation.

Pendant l'activité élaboratrice, il se forme à la surface externe du sphéroplaste une substance homogène, fixant énergiquement la fuchsine et l'hématoxyline ferrique; disposée tout d'abord en une petite calotte assez épaisse, cette substance envahit bientôt toute la surface du sphéroplaste qui apparaît alors comme une sphérule homogène colorée avec intensité; je ne sais ce que devient ce produit d'élaboration.

Chez les *Vorticellidæ*, les sphéroplastes à sécrétion externe possèdent quelquefois une ou plusieurs granulations centrales qui peuvent manquer entièrement, et ne jouent aucun rôle dans la division sphérulaire.

Chez *Arcella*, il existe dans le cytosome un grand nombre de sphéroplastes mesurant $1^{\mu},5$ de diamètre; ils sont constitués par une fine paroi qui porte en un point une sorte de petite calotte plus épaisse. Celle-ci correspond à la coque fuchsinophile et sidérophile de la Paramœcie; elle fixe les colorants avec énergie. Je n'ai jamais observé la bipartition des sphéroplastes de l'Arcelle, mais j'ai trouvé toutes les transitions entre les sphérules ordinaires et d'autres plus volumineuses, qui semblent subir une segmentation d'abord partielle, mais dont le résultat serait la formation d'une petite blastula de sphéroplastes; ces blastula semblent ensuite se désagréger, ce qui donne naissance à des amas sphérulaires irréguliers ([1]).

([1]) Kunstler a déjà décrit des blastula de sphérules.

Cytoplasma. — Le cytoplasma proprement dit des Protozoaires comprend deux substances principales : le hyaloplasma et le paraplasma; suivant le type organique auquel on s'adresse, ces deux substances peuvent revêtir des dispositions variables : structures vacuolaires, réticulées, filaires.

J'ai observé *in vivo*, chez quelques Infusoires tels que *Stentor* et *Nassula* légèrement comprimés entre lame et lamelle, une structure filaire ou réticulo-filaire tout à fait semblable aux structures bien connues décrites par Flemming. On voit des courants protoplasmiques constitués par des fibrilles hyaloplasmiques plus ou moins fusiformes qui semblent couler dans une même direction à la manière des ondes qui parcourent un jet liquide; dans la région ectoplasmique ces fibrilles sont moins mobiles et s'anastomosant entre elles forment un véritable réseau.

Je n'ai jamais pu fixer ces structures, qui sont sans doute temporaires, et que je comparerai à un état physique particulier d'agrégation du protoplasma, plutôt qu'à une organisation réelle de la matière vivante.

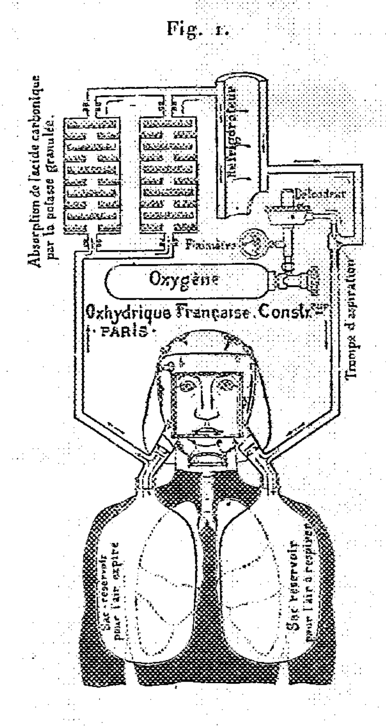
Structure du protoplasma. — Le cytosome d'un Protozoaire comprend, d'après ce qui précède, deux sortes d'éléments : le cytoplasma proprement dit et les sphéroplastes. Les sphéroplastes sont-ils des unités primitives plus simples que la cellule, ou le résultat d'une longue différenciation? cette question est encore insoluble. Représentent-ils, comme le veut Kunstler, la structure même du protoplasma? Je ne puis admettre cette conception. Les sphéroplastes sont des organites complexes que l'on peut mettre en parallèle avec les leucites des végétaux et le noyau cellulaire, toute réserve étant faite quant à la valeur physiologique et fonctionnelle de ces éléments. Au point de vue morphologique, ces organites ont les mêmes attributs; tous ont une certaine individualité, tous se multiplient par division, tous élaborent des produits nécessaires ou indispensables à la vie cellulaire; leur structure peut souvent être comparée. Or, personne n'oserait dire que les chloroleucites d'un végétal ou le noyau cellulaire représentent la structure du protoplasma.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Appareil respiratoire pour l'exploration des milieux remplis de gaz irrespirables.* Note de M. **Guglielminetti**, présentée par M. d'Arsonval.

C'est un appareil respiratoire *autonome*, c'est-à-dire qui rend l'homme indépendant de l'air extérieur, en mettant à sa disposition une quantité d'air largement suffisante, non seulement pour séjourner, mais pour *travaille*

pendant 2 heures dans un milieu irrespirable, sans le moindre inconvénient. Il est basé, à cet effet, sur la régénération d'air par absorption de l'acide carbonique éliminé par les poumons et remplacement de l'oxygène consommé par le sang d'après les expériences classiques de Regnault et Reiset. En même temps que l'acide carbonique, les ptomaïnes sont absorbées par la potasse. Cet appareil vient d'être approuvé par la Commission du Grisou à la suite d'un rapport présenté par M. Lebreton, Ingénieur en chef des Mines ([1]).

Fig. 1.



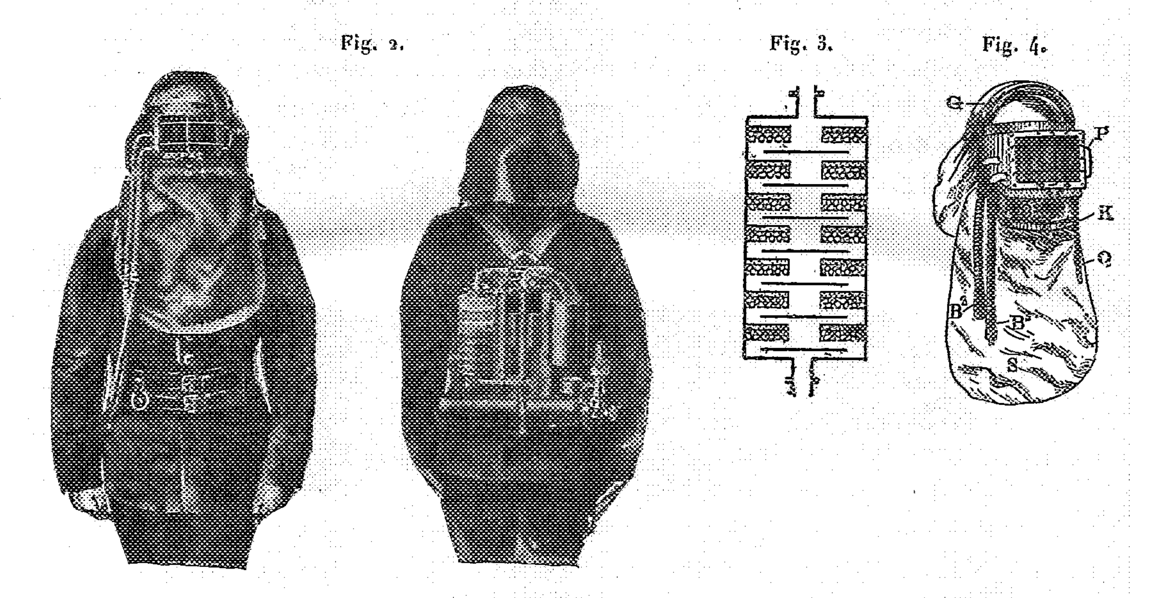
Comme l'indique le schéma (*fig.* 1), le masque emboîtant le visage est absolument étanche grâce à une garniture pneumatique, dont le gonflement se fait par un petit ballonnet en caoutchouc et forme ainsi, devant la figure de l'homme, une sorte de petite chambre hermétiquement close, qui communique avec les organes respiratoires.

L'air expiré dans cette chambre passe à travers un régénérateur qui en

([1]) Voir *Annales des Mines*, livraison de juin 1905.

absorbe l'acide carbonique et les ptomaïnes et retourne ainsi purifié, en passant par un réfrigérateur, de nouveau dans le masque. Mais en route il est additionné par minute de 2^l d'oxygène sortant sous pression.

Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.



L'appareil comprend trois parties :
1° La bouteille d'oxygène comprimé;
2° Le régénérateur et le réfrigérateur;
3° Le masque ou casque respiratoire.

La *bouteille d'oxygène* est munie d'un petit manomètre indiquant à chaque instant la quantité de gaz restant dans la bouteille et d'un *détendeur-régulateur*, déjà présenté à l'Académie par M. d'Arsonval (Sur l'appareil à inhalation d'oxygène Guglielminetti-Dræger), le même détendeur que M. Roth utilise sur son appareil à chloroformisation. La bouteille contient, sous une pression de 120^{atm}, 120^l d'oxygène qui, à raison de 2^l à la minute (débit pour lequel est réglé le détendeur), s'écoule automatiquement dans le masque, ce qui correspond à une durée de fonctionnement de 1 heure par bouteille et 2 heures si l'on emploie deux bouteilles.

Le *régénérateur* est formé par deux cylindres en tôle (*fig.* 3), nommés *cartouches*, contenant chacun 200^g de potasse caustique en petits morceaux sur une série de 24 corbeilles disposées de telle sorte que l'air est obligé de suivre un chemin en serpentant entre ces plateaux et de lécher successivement toutes les surfaces absorbantes (environ 2300^{cm^2}) et de se débarrasser complètement de son acide carbonique. Une feuille de papier buvard placée au fond de chaque corbeille sur le treillis métallique absorbe l'humidité en excès.

L'air s'échauffe par cette régénération; pour le refroidir, on le fait passer dans un cylindre en tôle à double paroi.

Le tuyau de sortie de l'air (purifié et rafraîchi), qui est en métal flexible, vient s'embrancher sur le tuyau d'amenée d'oxygène pur, s'échappant sous pression par un orifice de très petit diamètre, qui fait office d'injecteur et détermine comme un Giffard un appel d'air à travers l'appareil, de sorte que l'homme n'a aucun effort respiratoire à faire et respire librement.

Un *masque* ou *casque* protège le visage et s'adapte (*fig.* 4), grâce à une garniture pneumatique, hermétiquement sur toute la partie antérieure de la face. Une fenêtre en mica permet de voir.

A sa partie inférieure le casque porte deux sacs plats et imperméables, l'un formant trop-plein pour l'air expiré, qui se dirige vers le régénérateur, l'autre sac communique avec le tuyau d'amenée d'air et d'oxygène, formant ainsi réservoir d'air à inspirer; deux soupapes très légères en mica, placées entre les sacs et le masque et s'ouvrant en sens inverse, isolent l'un et l'autre des deux courants.

Le fonctionnement de l'appareil est excessivement simple, on n'a qu'à ouvrir la bouteille d'oxygène par sa soupape de fermeture et tout le reste se fait automatiquement.

Quant à la quantité d'air qu'il faut à un homme qui fait de grands efforts musculaires, MM. Guglielminetti et Dræger ont trouvé qu'il faut au même homme, qui au repos ne respire que 8^l d'air par minute, plus de 15^l dès qu'il fait une marche de 500^m et 30^l lorsqu'il fait un pas de course de 250^m, 30^l aussi à chacun de deux hommes qui portent un troisième, et 50^l d'air par minute à un homme après une course de 250^m en 40 secondes.

L'appareil donne cette quantité d'air considérable pendant toute la durée de 2 heures de la façon suivante : au moment où l'homme en fermant son casque coupe toute communication avec l'air extérieur, il possède environ 6^l d'air dans ses poumons et dans le tuyautage de l'appareil. La largeur des tuyaux et la force vive de l'oxygène comprimé sont calculés de telle façon que ces 6^l d'air peuvent facilement faire huit à dix fois par minute tout le tour de l'appareil (des poumons à travers le régénérateur et retour aux poumons) et à chaque tour tout l'acide carbonique éliminé ainsi que les ptomaïnes sont absorbés par la potasse. Le poids de l'appareil total est de 13^{kg}.

PHYSIOLOGIE. — *Observations faites au mont Blanc sur l'hyperglobulie des altitudes.* Note de MM. **H. Guillemard** et **R. Moog**, présentée par M. J. Janssen.

Les recherches dont nous nous proposons d'exposer les résultats dans cette Note ont été effectuées au cours de notre expédition de juillet dernier au mont Blanc (1).

Étant donné ce fait que la répartition des hématies n'est pas uniforme dans les différents territoires vasculaires, la seule numération des globules dans le sang prélevé par piqûre de la peau ne permet pas de conclure à une hyperglobulie véritable et ne présente que peu d'intérêt; aussi nous sommes-nous adressés à des animaux, cobayes et rats blancs, sur lesquels il est aisé de prélever soit du sang périphérique par piqûre de l'oreille, soit du sang central par ponction du cœur à l'aide d'une seringue à aiguille très fine. Nos expériences ont porté sur quatre cobayes et six rats blancs, dont quatre étaient splénectomisés; elles ont été effectuées à Paris, à Chamonix, au mont Blanc (observatoire de M. Janssen) et, au retour, à l'Observatoire des Grands-Mulets. Les numérations de globules ont été faites à l'aide de l'hématimètre de Hayem et les dosages d'hémoglobine par la méthode de M. Lapicque à l'aide d'un colorimètre de Dubosq. Les résultats sont résumés dans le Tableau suivant :

(1) *Comptes rendus*, t. CXLI, 20 novembre 1905, p. 843.

Animal employé.	Globules périphériques.	Globules centraux.	Hémoglobine centrale. Pour 100.	Valeur globulaire.	Lieux et dates.	Observations.
Cobaye 1...	5 394 000	5 240 000	13,0	25,0	Paris, 12 juillet	
	5 406 000	5 208 000	10,6	20,3	Sommet, 24 »	
Cobaye 2...	»	6 215 000	15,4	24,7	Paris, 12 juillet	
	6 293 000	4 950 000	11,8	23,8	Sommet, 23 »	
Cobaye 3...	5 952 000	5 456 000	14,7	26,9	Chamonix, 17 juillet	
	6 453 000	5 350 000	11,4	21,3	Gds-Mulets, 27 »	
Cobaye 4...	6 250 000	6 100 000	15,4	25,2	Chamonix, 18 juillet	
	6 400 000	5 250 000	12,6	24,0	Gds-Mulets, 27 »	
Rat 1......	6 500 000	6 324 000	12,1	19,1	Paris, 13 juillet	
	»	»	»	»	»	
Rat 2......	9 052 000	6 650 000	17,6	26,4	Paris, 13 juillet	Splénectomisé; mort au sommet quelques instants après la ponction.
	9 920 000	7 192 000	17,6	24,6	Sommet, 25 »	
Rat 3......	7 550 000	6 100 000	15,5	25,4	Chamonix, 17 juillet	
	8 432 000	6 000 000	13,2	22,0	Gds-Mulets, 28 »	
Rat 4......	8 650 000	»	»	»	Chamonix, 17 juillet	Splénectomisé; mort le lendemain du ret. à Chamonix p. cause ignorée.
	9 832 000	»	»	»	Sommet, 22 »	
Rat 5......	8 250 000	7 700 000	13,1	17,0	Chamonix, 17 juillet	Splénectomisé; mort à Chamonix après la ponction.
	»	»	»	»	»	
Rat 6......	7 150 000	»	»	»	Chamonix, 18 juillet	Splénectomisé; mort au sommet pour cause inconnue le 24 juillet.
	8 100 000	»	»	»	Sommet, 22 juillet	

Nous désignons dans ce Tableau, sous le nom de valeur globulaire, le rapport du poids d'hémoglobine par litre au nombre de globules contenus dans 1^{mm^3} de sang, le million étant pris pour unité; les chiffres obtenus sont évidemment proportionnels à la teneur moyenne de chaque globule en hémoglobine.

Les conclusions suivantes se dégagent de l'examen des chiffres contenus dans ce Tableau.

1. L'hyperglobulie périphérique est constante et se manifeste dès le second jour de l'arrivée au sommet.

2. L'hypoglobulie centrale a été observée dans tous les cas, sauf un (Rat 2) où l'on a observé une hyperglobulie à la fois centrale et périphérique; dans ce cas, on peut donc conclure qu'il y a eu hyperglobulie totale au bout de 4 jours d'altitude. Dans tous les autres cas, il est impossible de conclure par la simple numération des globules soit à l'hyperglobulie, soit à l'hypoglobulie totales, puisque nous n'avons aucun moyen de savoir dans quelle mesure l'hyperglobulie périphérique peut compenser l'hypoglobulie centrale.

3. Dans tous les cas, sauf un (Rat 2), il y a diminution de l'hémoglobine dans le sang central concordant avec l'hypoglobulie constatée.

4. Dans tous les cas, la valeur globulaire, c'est-à-dire la quantité moyenne d'hémoglobine fixée sur chaque globule, a diminué sous l'influence de l'altitude. Ce fait, qui peut surprendre au premier abord, nous paraît digne de fixer l'attention. On ne peut en effet expliquer cet appauvrissement apparent des globules en hémoglobine qu'en admettant une active néoformation d'hématies; on sait que les microcytes de nouvelle formation ne fixent que peu à peu l'hémoglobine, il doit nécessairement résulter de leur mélange avec les hématies normales un abaissement de la valeur globulaire moyenne. Il serait en effet bien difficile d'admettre, pour expliquer cette diminution de la valeur globulaire, que l'altitude provoque un appauvrissement des hématies en hémoglobine. Remarquons d'ailleurs que le Rat 2 a présenté une augmentation très notable des globules centraux, tandis que la teneur du sang en hémoglobine restait fixe; ce fait indique bien que les hématies de nouvelle formation présentent une moindre teneur en matière colorante. On sait enfin que, chez un sujet qui a subi une forte saignée, on constate une régénération bien plus active des corpuscules sanguins que de l'hémoglobine. Nous voyons là un argument très probant en faveur d'une hyperglobulie totale, argument d'autant plus précieux que les seules numérations de globules ne permettent presque jamais de conclure.

5. Au point de vue du rôle de la rate dans l'hématopoïèse nous ferons remarquer que le seul des animaux examinés qui ait présenté une hyperglobulie à la fois périphérique et centrale dans un temps relativement court était précisément un rat splénectomisé (Rat 2), tandis qu'un des témoins (Rat 3) a présenté de l'hypoglobulie centrale. Ce fait semblerait indiquer que la rate ne joue pas un rôle prépondérant dans l'hématopoïèse. Notons aussi que les rats splénectomisés, quoiqu'en parfait état au départ, se sont montrés moins résistants que les deux témoins et sont tous morts au cours du voyage.

6. Il faut noter encore, au point de vue de la répartition des hématies dans le sang, que, même en plaine, le nombre des globules centraux est presque toujours inférieur à celui des globules périphériques.

En résumé, l'action des hautes altitudes sur le sang se traduit toujours et dès le second jour au moins par une hyperglobulie totale attestée par une diminution de la valeur globulaire et coïncidant avec un déplacement considérable des hématies vers la périphérie.

La séance est levée à 3 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 décembre 1905.

Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences, publiés par MM. les Secrétaires perpétuels; Tome CXL, janvier-juin 1905. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-4°.

Institut de France. Académie des Sciences. *Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel;* Tome IV, fascicule 2. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-4°.

Documents scientifiques de la Mission saharienne, Mission Foureau-Lamy, d'Alger au Congo par le Tchad, par F. Foureau, Chef de la Mission, Lauréat de l'Institut; 2e fascicule : *Orographie,* dunes et phénomènes éoliens; hydrographie; *Topographie; Botanique* (avec une Note de M. le Dr Bonnet). 3e fascicule : *Géologie; Pétrographie,* par M. L. Gentil; *Paléontologie,* par M. E. Haug; *Esquisse ethnographique; Note sur la Faune; Préhistorique* (avec une Note de M. le Dr Hamy et une Note de M. le Dr Verneau); *Aperçu commercial; Conclusions économiques; Glossaire; Index.* — Cartes. Paris, Masson et Cie, 1905; 2 vol. et 1 atlas in-4°. (Présenté par M. Berthelot.)

Détermination de la hauteur d'un astre quand l'horizon n'est pas visible, par E. Decante. Paris, R. Chapelot et Cie, 1905; 1 fasc. in-8°.

La Carte bathymétrique des Océans et l'œuvre de la Commission internationale de Wiesbaden, par Emm. de Margerie. Paris, Armand Colin, 1905; 1 fasc. in-8°.

La théorie moderne des phénomènes physiques, radioactivité, ions, électrons, par Auguste Righi; traduction libre sur la 2e édition italienne et Notes additionnelles, par Eugène Néculcéa; Préface de G. Lippmann, Membre de l'Institut. Paris, édité par *L'Éclairage électrique,* 1906; 1 fasc. in-8°.

Le nouveau bassin houiller de la Lorraine française, par FRANCIS LAUR. Liége, H. Vaillant-Carmanne, 1905; 1 fasc. in-8°.

La Géologie économique de l'Indo-Chine, par J.-M. BEL. Paris, Alcan-Lévy, 1905; 1 fasc. in-8°.

Anatomie de la tête du « Lasius niger », par CHARLES JANET. Limoges, Ducourtieux et Gout, 1905; 1 fasc. in-8°.

Les erreurs de la Science, par LOUIS-CHARLES-ÉMILE VIAL. Paris, chez l'Auteur, 1905; 1 vol. in-8°.

Le triomphe de la Science : loi mécanique qui régule (sic) *l'Univers dans toutes ses manifestations,* par RICARDO LUCIO ARNAIZ. Madrid, 1905; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Tome CXLI, séance du 26 décembre 1905.)

Note de M. *A. Lacroix,* Sur un nouveau type pétrographique représentant la forme de profondeur de certaines leucotéphrites de la Somma :

Page 1191, ligne 13, *au lieu de* Fe^3SiO^5, *lisez* $FeSiO^3$.

Note de M. *Gabriel Bertrand,* Sur l'emploi favorable du manganèse comme engrais :

Page 1255, ligne 3, *au lieu de* oxydants, *lisez* oxydases.
Page 1256, ligne 4, *au lieu de* Hill, *lisez* Hills.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JANVIER 1906.

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une méthode permettant de déterminer la constante d'un électrodynamomètre absolu à l'aide d'un phénomène d'induction.* Note de M. G. LIPPMANN.

On a toujours déterminé la constante d'un électrodynamomètre absolu par le calcul. Ce calcul est très long. En outre, la précision du calcul implique l'emploi de bobines solides, de grandes dimensions, et à une seule couche de fil; la sensibilité de l'appareil exige l'emploi de bobines mobiles légères, et à plusieurs couches de fil; il y a donc incompatibilité entre ces conditions diverses, et c'est là ce qui rend difficile la construction d'un bon électrodynamomètre absolu.

Méthode. — Supposons qu'il s'agisse d'un électrodynamomètre-balance, composé d'un système de bobines mobiles en présence de bobines fixes. On veut connaître la constante de l'appareil, c'est-à-dire la force due au passage d'un courant égal à l'unité. On sait que cette constante est égale à $\frac{dP}{dx}$, P étant le potentiel du système fixe sur le système mobile, et x étant le déplacement de ce dernier.

Pour déterminer la constante, il suffit de connaître la valeur de P pour une valeur quelconque de x. A cet effet, supposons que l'on ait construit un appareil à induction voltaïque dont la constante L soit bien connue : L est le potentiel réciproque des deux bobines de l'appareil à in-

duction. On mesure exactement le rapport de P à L, et par conséquent l'on connaît P. On détermine ainsi la valeur P_0 que prend P quand l'électrodynamomètre est au zéro; puis la valeur P_h correspondante qui a lieu quand le système mobile a été déplacé de h^{cm}.

Le quotient $\frac{P_0 - P_h}{h}$ est égal à $\frac{\partial P}{\partial x}$, c'est-à-dire à la constante de l'électrodynamomètre-balance.

Au lieu d'un électrodynamomètre balance où l'équilibre est établi par une force, on peut vouloir graduer un électrodynamomètre à bobine inclinante, où l'équilibre est établi par le moment d'une force (¹). Il faut alors mesurer la valeur P_0 que prend P quand l'appareil est au zéro, puis la valeur P_α qui a lieu quand la bobine mobile est maintenue déviée d'un angle α. Le quotient $\frac{P_0 - P_\alpha}{\alpha}$ est égal à $\frac{\partial P}{\partial \alpha}$, c'est-à-dire à la constante de l'électrodynamomètre, ou au moment développé par l'unité de courant.

Il reste à indiquer comment on peut mesurer le rapport $\frac{P}{L}$ et, d'autre part, comment on peut connaître exactement la valeur de L.

Mesure du rapport $\frac{P}{L}$. La mesure de ce rapport peut se faire avec une très grande précision par une méthode de zéro qui est la suivante. Un courant de pile est envoyé dans la bobine inductrice de l'appareil à induction et interrompu n fois par seconde. Si l'on fait passer les courants induits de rupture à travers un circuit de résistance R, la quantité totale d'électricité induite par seconde est $\frac{nLI}{R}$, I étant l'intensité maxima du courant inducteur. Faisons passer en même temps le courant inducteur à travers les bobines fixes de l'électrodynamomètre et fermons la bobine mobile, qui fonctionne comme bobine induite, sur une résistance R'; la quantité d'électricité induite est $\frac{nP}{R'}$. Les deux circuits induits comprennent les deux bobines d'un galvanomètre différentiel; on dispose de R et de R' de manière que le galvanomètre reste au zéro.

La condition d'équilibre est

$$\frac{nLI}{R} = \frac{nPI}{R'}.$$

Les valeurs de n et de I sont les mêmes de part et d'autre; ces grandeurs disparaissent donc de l'équation; on n'a pas à s'en occuper et l'équation d'équilibre se

(¹) J'ai proposé l'emploi de ces appareils en 1882 (*Comptes rendus,* t. XCV, p. 1348).

réduit à

$$P = L \times \frac{R'}{R}.$$

Le rapport des résistances $\frac{R}{R'}$ est donc seul à mesurer; il est donné avec une grande approximation par un pont de Wheatstone.

Détermination de la constante L. — La constante L est le potentiel réciproque de deux bobines fixes, inductrice et induite.

Ces appareils étant fixes, on peut leur donner de grandes dimensions, qui se prêtent à une détermination exacte de L. C'est là précisément l'avantage de la méthode que j'ai l'honneur de proposer. On peut de plus leur donner une forme qui rende le calcul de L singulièrement simple.

Tel est le dispositif imaginé par M. A. Guillet (¹) :

L'inducteur est une bobine de longueur l; l'induit se compose de n bobines conaxiales avec l'inducteur, et dont chacune est distante de la précédente d'une longueur l. Ce système équivaut à une seule bobine induite actionnée par un inducteur de longueur nl. On prend nl assez grand pour que le calcul de L se fasse très aisément.

Cas d'un électrodynamomètre symétrique. — La méthode indiquée plus haut est applicable à un électrodynamomètre quelconque, Lorsqu'on a le soin, comme on le fait d'ordinaire, de donner à l'instrument une forme symétrique, l'application de la méthode est simplifiée. En raison de la symétrie, P_0 est nul. Il suffit donc de mesurer P_h, et de diviser par h, pour obtenir la constante cherchée.

P_h croissant avec h à partir de zéro, on peut profiter de cette circonstance pour opérer comme il suit : faire croître graduellement P_h, en augmentant h, jusqu'à ce que $P_h = L$; pour constater cette égalité, mettre les deux induits à comparer dans le circuit d'un galvanomètre ordinaire, et disposer de h pour que le galvanomètre reste au zéro.

L'électrodynamomètre à bobine inclinante est symétrique. On a encore $P_0 = 0$. Il suffit donc d'incliner graduellement la bobine jusqu'à ce que le galvanomètre reste au zéro, et à mesurer l'angle α.

En résumé, pour déterminer la constante d'un électrodynamomètre symétrique, l'expérience de mesure consiste à constater l'équilibre d'un galvanomètre, puis à mesurer soit un angle, soit une longueur.

(¹) *Thèse de Physique*, Paris, 1899 (*Journal de Physique*, 1899).

M. **Radau**, Président du Bureau des Longitudes, présente à l'Académie la *Connaissance des Temps pour l'an* 1908.

M. **Mascart** fait hommage à l'Académie de deux fascicules des *Annales du Bureau central météorologique,* qu'il publie en qualité de Directeur du Bureau.

CORRESPONDANCE.

MM. **Émile Borel**, **J. Costantin**, **J. Dechery**, **Gallaud**, **Gossot**, **Kapteyn**, **Liouville**, **Louis Lapicque** et M^me **Lapicque**, **Laurent**, **Paul Sabatier**, **J.-B. Senderens** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Sur les comètes et la courbure de la trajectoire solaire.* Note de M. **Émile Belot**, présentée par M. Poincaré.

D'après Schiaparelli, une masse agissant par attraction différentielle sur les molécules d'un nuage cosmique peut le résoudre en traînées allongées vers la masse attirante. On voit de ces traînées dans les Pléiades et dans Orion.

Supposons que les comètes proviennent, entre certaines limites de distance au Soleil, de traînées semblables T_1, T_2 dirigées le long de la trajectoire solaire vers l'apex et l'anti-apex.

Soit, pour fixer les idées, $\rho = 400\,000$ la distance moyenne au Soleil des comètes actuellement visibles lorsqu'elles étaient à l'origine dans ces traînées : ρ est de l'ordre des distances des étoiles les plus voisines.

Une comète partant de la distance ρ sans vitesse relative a mis 45 millions d'années à nous parvenir. Si, à la distance ρ, elle avait une vitesse relative de 3^{km} par seconde, elle a mis moins de 640 000 ans à parvenir au Soleil en parcourant une orbite à peine hyperbolique dont le demi-axe réel est égal à 100. Une comète nettement hyperbolique parviendrait au Soleil de la distance ρ en moins de 300 000 ans.

Ainsi, toute comète hyperbolique a dû, dès l'origine, disparaître rapide-

ment, absorbée soit par le Soleil non encore condensé, soit, lorsqu'elle s'en éloignait, par les masses cométaires qui s'en rapprochaient.

L'absence de comètes hyperboliques s'expliquerait ainsi par la sélection naturelle opérée par le temps entre elles et les comètes paraboliques.

Une autre conséquence peut se déduire de l'hypothèse précédente : les comètes paraboliques actuelles doivent pouvoir nous renseigner sur la direction qu'avaient, il y a 45 millions d'années, les traînées jalonnant la trajectoire solaire.

Je me suis servi de la Table de M. Holetschek contenant les éléments elliptiques de 355 comètes dont il suffit de corriger les π de la valeur de la précession. En désignant par D les comètes directes, R les rétrogrades, et répartissant les périhélies π sur le cercle de l'écliptique, on trouve les groupements indiqués au Tableau suivant dont les deux dernières colonnes donnent les $\mathcal{L}$ des maxima et minima constatés sur un arc de longitude de 20° :

Arcs $\mathcal{L}$.	Nombre des π.	Centres de gravité des π.	Maxima.	Minima.	
315°— 45°....	83	»	$\mathcal{L}_1 =$ 10°,34π	$\mathcal{L}_1 =$ 30°,11π	$\mathcal{L}_3 =$ 350°,10π
45 — 135....	107(61D + 46R)	89.24	$\mathcal{L}_2 =$ 100,31π	»	»
135 — 225....	60	»	»	$\mathcal{L}_2 =$ 180°,10π	
225 — 315....	105(46D + 59R)	270.26	$\mathcal{L}_3 =$ 275,36π	»	
90 — 270....	162(82D + 80R)	»	»	»	
270 — 90....	193(103D + 90R)	»	»	»	

L'existence des deux traînées T_1, T_2 paraît confirmée par l'accumulation des π dans les quadrants (225°-315°) et (45°-135°) contenant les longitudes de l'apex et de l'anti-apex, ainsi que par la position des maxima $\mathcal{L}_2$, $\mathcal{L}_3$.

Le maximum $\mathcal{L}_1 = 10$ compris entre les minima $\mathcal{L}_1 = 30$ et $\mathcal{L}_3 = 350°$ est dû à Jupiter, dont la longitude du périhélie est 11°55′.

La position des centres de gravité des π vers l'apex et l'anti-apex permet seulement de conclure que l'angle des tangentes actuelle et ancienne à la trajectoire solaire est faible et voisin de 1° puisque 270°26′ et 89°24′ diffèrent de 178°46′. Mais on peut, en outre, définir le sens de la courbure ancienne de la trajectoire solaire.

Soient $\mathcal{L} = 270° - \alpha$ la longitude actuelle de l'apex ; $\mathcal{L} = 270°$ cette longitude, il y a environ 45 millions d'années, lorsque les comètes actuelles étaient dans les traînées T_1, T_2 à la distance ρ. Construisons aux points $\mathcal{L} = 270°$, $\mathcal{L} = 90°$ les vitesses relatives V_1, V_2 de pénétration des comètes dans la sphère de rayon ρ en supposant à celle-ci la direction de translation de la sphère actuelle ρ_1. La vitesse absolue des comètes de la traînée T_1 est plus petite, et celle des comètes de la traînée T_2 plus grande que la vitesse de la translation solaire, puisque ces deux traînées se raccourcissent vers le Soleil.

Il en résulte que la vitesse V_1, issue de $\mathcal{L} = 270°$, sera déviée à droite de la ligne 90°-270° dans le sens des orbites directes dont les π seront en majorité vers la longitude opposée (90°); de même V_2, issue de $\mathcal{L} = 90°$, sera déviée à droite de la ligne (90°-270°) dans le sens des orbites rétrogrades, dont les π seront en majorité vers la longitude opposée (270°).

Une autre conséquence est que les comètes visibles ont pénétré dans la sphère ρ par des points dont $\mathcal{L} > 90°$ ou $\mathcal{L} < 270°$, ce qui produira une accumulation des π dans le demi-cercle (270°-90°).

Or, le Tableau montre cette accumulation des π : 193π de 270° à 90°, et 162π seulement de 90° à 270°. En outre, le quadrant 135°-215° est de beaucoup le plus pauvre en périhélies (60π).

Enfin, dans le quadrant 45°-135°, il y a prédominance des comètes D (61 D contre 46 R), tandis que la prédominance inverse (59 R contre 46 D) existe dans le quadrant opposé (225°-315°) comme la théorie nous l'indique.

Si la longitude de l'apex a été de 270° dans le passé, et si elle est actuellement $270° - \alpha$, on en conclut que le centre de courbure de la trajectoire solaire a été, anciennement, dans le plan de l'écliptique vers $\mathcal{L} = 180°$.

L'hypothèse par laquelle nous avons admis que les masses cométaires provenaient de traînées T_1, T_2 jalonnant la trajectoire solaire est la conséquence immédiate de la théorie présentée dans la Note insérée aux *Comptes rendus* (4 décembre 1905, p. 937) qui, par la considération de la vitesse V_0, laissait encore indécise la question de savoir si le centre de courbure de la trajectoire solaire avait été anciennement vers $\mathcal{L} = 0$ ou $\mathcal{L} = 180°$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations planes.* Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Painlevé.

1. Soient X et Y deux fonctions des variables x et y, définissant une transformation ponctuelle plane. L'inversion est-elle possible et univoque? Autrement dit, les équations de transformation, considérées comme définissant x et y, en fonction de X et Y, admettent-elles (lorsque X et Y ont des valeurs données quelconques):

a. Toujours une solution? (Possibilité.)

b. Jamais plus d'une solution? (Unicité.)

Cette question tout élémentaire a reçu, à maintes reprises, une réponse inexacte. On a souvent, en effet, considéré comme condition suffisante le non-évanouissement du déterminant fonctionnel.

2. Pourtant, dès le cas d'une seule variable x et d'une seule fonction $X = f(x)$, le fait que la dérivée f' soit différente de zéro, suffisant pour l'unicité, n'assure pas à lui seul la propriété (a). Il faut encore que l'intégrale $\int f'\,dx$ soit infinie pour $x = \pm\infty$.

Dans le cas de $n \geqq 2$ dimensions, il est d'ailleurs visible qne le rôle de la dérivée ne doit plus être joué, à ce point de vue, par le déterminant fonctionnel, mais par le petit axe m de l'ellipse de déformation, c'est-à-dire, pour $n = 2$, par la plus petite valeur du rapport

$$\sqrt{(dX^2 + dY^2) | (dx^2 + dy^2)},$$

celle-ci devant vérifier la condition suivante :

« *Condition* (m). — La quantité m ne s'annule jamais à distance finie. A l'infini, ou bien elle reste supérieure à un nombre positif fixe, ou, si elle peut devenir infiniment petite en même temps que $\frac{1}{t}$ ($t = \sqrt{x^2 + y^2}$), l'intégrale $\int m\,dt$ est infinie. »

3. Mais, en même temps, une difficulté nouvelle apparaît en ce qui regarde la condition (b). On sait, en effet, que le non-évanouissement du déterminant *ne suffit plus* (pour $n = 2$) *à assurer l'unicité* dans une région finie quelconque du plan.

Les fonctions X, Y étant définies pour toutes les valeurs de x, y intérieures à un certain cercle C, de manière que leur déterminant fonctionnel reste toujours positif et supérieur à un nombre fixe, il peut néanmoins arriver que deux ou plusieurs systèmes de valeurs de x et de y fournissent le même système de X et de Y [1].

4. Ce fait donnera peut-être quelque intérêt à la remarque suivante :

Si la condition (m) (n° 2) *est vérifiée* DANS TOUT LE PLAN des xy, *les deux conditions* (a) *et* (b) *sont remplies :* l'inversion est possible et univoque.

Ainsi, une transformation peut se comporter, à l'intérieur d'un cercle C, comme il vient d'être indiqué au n° 3; mais une telle transformation ne saurait être, de quelque manière que ce soit, prolongée indéfiniment en dehors de C, si l'on veut satisfaire à la condition (m) tant à distance finie qu'à l'infini.

5. La démonstration est très simple, au moins dans son principe : il suffit de suivre la déformation du contour S(t) qui, dans le plan des XY, cor-

[1] Voir GOURSAT, *Cours d'Analyse*, t. I, p. 299; et, à un autre point de vue, les travaux de Lipschitz, Kneser, Arzelà.

respond à la circonférence de rayon t du plan des xy. Si, à partir d'une valeur t_0 de t, la transformation cesse d'être bi-univoque, S présentera au moins une *boucle*, c'est-à-dire un contour partiel σ se fermant sur lui-même par un point anguleux unique.

Tout point double p d'un contour le divise en deux boucles, l'une *extérieure*, c'est-à-dire telle que les points compris dans un angle au sommet ont, par rapport à S, un indice plus petit que les autres points voisins de p; l'autre intérieure, où l'inverse a lieu.

Tout contour fermé qui a des points doubles présente au moins une boucle *simple*, c'est-à-dire ne se coupant pas elle-même et délimitant, par conséquent, une aire déterminée.

6. Suivons maintenant la déformation de S. Supposons, pour simplifier, les fonctions X, Y analytiques et sans singularités réelles à distance finie. Alors les points doubles de S seront en nombre fini et ne changeront de nombre ou de disposition qu'un nombre fini de fois pour t fini.

Ces points doubles ne pourront pas, comme il arrive dans d'autres cas, naître ou disparaître par des boucles évanescentes (lesquelles, pour se réduire à des points, devraient avoir une courbure infinie, contrairement à nos hypothèses), mais seulement par des *biangles* (contours fermés partiels à deux points anguleux) évanescents extérieurs ou intérieurs (au même sens que précédemment). En supprimant de S un biangle extérieur ou intérieur, il reste deux boucles intérieures dans le premier cas, extérieures dans le second.

Il résulte de là qu'un contour se déformant comme S (c'est-à-dire de manière que les indices aillent toujours en croissant) ne peut avoir de boucle simple intérieure.

7. Prenons alors la boucle simple σ_0 extérieure au sens précédent, mais intérieure au sens vulgaire du mot, que présente le contour $S(t_0)$. On constatera aisément que cette boucle (qui, nous l'avons vu, ne peut déjà pas disparaître en se réduisant à un point) ne peut être détruite d'aucune façon. Tous les contours successifs $S(t)$ présenteront des boucles simples σ, variant quelquefois discontinûment, mais intérieures les unes aux autres. Dès lors il existera, dans le plan des XY, un point P intérieur à tous les contours σ. Or c'est ceci qui, à l'infini, est incompatible avec la condition (m), comme on le reconnaît immédiatement en joignant P à un point de σ_0, et considérant l'intersection (q) de la ligne ainsi obtenue avec chaque ligne σ, ainsi que l'image de q dans le plan des xy.

8. L'hypothèse de la non-analyticité de X, Y introduit une difficulté, mais toute superficielle. Les points doubles peuvent être en nombre infini

et se modifier une infinité de fois. Mais il est possible de les partager en groupes dont chacun joue, dans les raisonnements, le rôle d'un ou de deux points doubles, et qui sont en nombre fini.

9. Il est aisé de voir ce que devient la propriété précédente pour des variétés à connexion multiple. Il n'est pas douteux non plus qu'elle ne s'étende aux espaces à trois ou plus de trois dimensions. Mais les considérations d'*Analysis situs* deviendraient alors plus compliquées.

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement non stationnaire d'un ellipsoïde fluide de révolution qui ne change pas sa figure pendant le mouvement.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Emile Picard.

Nous allons indiquer le deuxième et dernier cas possible du mouvement non stationnaire d'un ellipsoïde fluide de révolution, lorsqu'il ne change pas sa figure pendant le mouvement.

Le mouvement, comme dans le cas signalé dans mes Notes précédentes (11 déc. et 26 déc. 1905), se décompose en mouvement d'entraînement, se réduisant à la rotation de l'ellipsoïde, *comme s'il était un corps solide* [système (A)], autour de son centre et en mouvement relatif du liquide par rapport à ce système (A).

1. *Mouvement d'entraînement.* — La composante r de Ω (voir Notes citées) peut être donnée à l'avance en fonction arbitraire de t.

La composante ω reste constante pendant le mouvement.

Désignons par σ' la racine positive de l'équation

$$\log\frac{\sigma+1}{\sigma-1} = 2\,\frac{15\sigma^2-3\sigma-4}{15\sigma^2-3\sigma^2-9\sigma+1}$$

qui n'admet qu'une seule racine positive comprise dans l'intervalle $(1, \frac{5}{3})$ (en faisant l'abstraction de la racine $\sigma = +\infty$).

Posons

$$\psi(\sigma) = \sigma(\sigma+1)(\sigma^2-1)\left(\frac{3\sigma^2-1}{2\sigma}\log\frac{\sigma+1}{\sigma-1} - 3\right).$$

Le mouvement est impossible si

$$\frac{\omega^2}{\pi} > \psi(\sigma').$$

Si

$$\frac{\omega^2}{\pi} < \psi(\sigma'),$$

il faut distinguer deux cas différents :

1° Si

$$0 < \frac{\omega^2}{\pi} < \frac{4}{15},$$

l'équation

$$(1) \qquad \frac{\omega^2}{\pi} = \psi(\sigma)$$

n'admet qu'une seule racine réelle σ_0 et rien qu'une.

A chaque valeur ω_0 de ω, prise dans l'intervalle $(0, \frac{4}{15})$, correspond un seul ellipsoïde dont les axes sont déterminés par les équations

$$a = b, \qquad a^2 c = v_0, \qquad \frac{\sqrt{c}}{\sqrt{c-a}} = \sigma_0, \qquad c > a.$$

2° Si

$$\frac{4}{15} < \frac{\omega^2}{\pi} < \psi(\sigma'),$$

l'équation (1) admet deux racines réelles et positives σ_1 et σ_2.

A toute valeur ω_0 de ω satisfaisant aux inégalités précédentes correspondent deux ellipsoïdes différents dont les demi-axes $\sqrt{a_1}$, $\sqrt{c_1}$ et $\sqrt{a_2}$, $\sqrt{c_2}$ sont déterminés par les équations

$$a_i = b_i, \qquad a_i^2 c_i = v_0, \qquad \frac{\sqrt{c_i}}{\sqrt{c_i - a_i}} = \sigma_i, \qquad c_i > a_i \qquad (i = 1, 2).$$

Les composantes p, q, r de la vitesse angulaire Ω s'expriment en fonctions de t comme il suit :

$$p = \omega_0 \cos\tau, \qquad q = \pm \omega_0 \sin\tau, \qquad r = \text{fonction donnée de } t,$$

où

$$\tau = \mp \int r\,dt + \text{const.}$$

2. *Mouvement relatif.* — Les composantes u_r, v_r, w_r de la vitesse relative d'un point quelconque ξ, η, ζ du liquide s'expriment en fonctions de t

comme il suit :

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{d\xi}{dt} = u_r = \quad r\eta \pm \zeta \dfrac{\omega(1-\sigma)}{\sigma} \sin\tau, \\ \dfrac{d\eta}{dt} = v_r = -r\xi + \zeta \dfrac{\omega(\sigma-1)}{\sigma} \cos\tau, \\ \dfrac{d\zeta}{dt} = w_r = -\dfrac{\omega\sigma}{1+\sigma}(\eta\cos\tau \mp \xi\sin\tau), \end{cases}$$

où il faut remplacer σ par l'une des quantités σ_0, σ_1 et σ_2.

Les équations (2) admettent toujours l'intégrale suivante :

$$\frac{\xi^2+\eta^2}{a} + \frac{\zeta^2}{c} = \text{const.}$$

Il importe de remarquer que *les trois cas du mouvement d'un ellipsoïde fluide de révolution, signalés dans cette Note et dans les deux Notes précédentes, sont les seuls possibles, de sorte qu'il n'existe aucun cas différent de ceux-ci.*

MÉCANIQUE. — *Sur la stabilité des aéroplanes et la construction rationnelle des plans sustentateurs.* Note de M. **Edmond Seux**, présentée par M. d'Arsonval.

Tout le problème de l'aviation se réduit à la recherche de la stabilité longitudinale. La valeur sustentatrice des aéroplanes actuels nous paraît suffisante pour permettre de se lancer dans les airs, mais avec danger de voir, à chaque instant, se rompre l'équilibre et dès lors chuter, tel un oiseau mort.

Tous les efforts des chercheurs doivent donc tendre vers l'équilibre longitudinal automatique, qui seul nous fait espérer de maintenir dans une certaine amplitude les oscillations de l'appareil, en limitant les variations des centres de pression et de gravité, ces deux centres éminemment variables, suivant la pression de l'air et la vitesse de translation.

En se reportant aux travaux théoriques et pratiques d'Alphonse Pénaud, l'inventeur français qui, le premier, en 1872, a donné la théorie d'un gouvernail de stabilité et fait fonctionner le premier aéroplane équilibré, travaux que l'on semble avoir perdus de vue, et qui pourtant ont une réelle valeur, en ce sens que, à peu de chose près, tout ce qui fera la navigation aérienne par l'aéroplane y est étudié avec le plus grand soin, on remarque

que Pénaud place son gouvernail régulateur à l'arrière, avec juste raison; celui-ci agit alors sur un plus grand levier, son attaque sur l'air est moins brusque et il offre une moindre résistance à l'avancement.

Nos études personnelles nous ont suffisamment démontré que ce gouvernail régulateur ne doit pas être fixé à un angle donné, mais doit pouvoir, sous la pression de l'air, céder dans une certaine mesure, au-dessus ou au-dessous de sa position normale, suivant que l'air le frappe sur sa surface inférieure ou supérieure; action d'autant plus efficace que la vitesse de l'appareil est plus grande.

Si nous admettons que les courants aériens sont généralement ascendants (quelques observateurs admettent un angle de 2° à 3°), on voit aussitôt la nécessité, pour le gouvernail de stabilité, d'être, dans sa position moyenne ou normale, incliné de quelques degrés sous le plan sustentateur. Dans ce cas, l'angle d'attaque de l'air par les plans est donné par ce gouvernail qui fend l'air par la tranche et, pour qu'il y ait suspension, l'angle que celui-ci forme avec les plans ne doit jamais être nul.

Ce gouvernail peut n'être pas entièrement rigide. Il serait bon, au contraire, que les angles postérieurs et les extrémités latérales puissent se relever légèrement au-dessus de leur plan moyen, ce qui ajouterait à la stabilité générale du système.

On s'acharne de nos jours à construire des aéroplanes d'une rigidité absolue, avec lesquels il est difficile, pour ne pas dire impossible, d'obtenir un équilibre parfait. Il nous paraît utile de rappeler que, même dans le vol plané où à voile, où les ailes semblent immobiles, c'est encore et surtout l'*élasticité* qui joue le plus grand rôle.

D'après de longues observations que nous avons faites en Algérie et en Tunisie sur le vol des oiseaux voiliers et sur les oiseaux de mer, observations portant sur une période de cinq années, nous sommes à même de prouver que l'aile, dans le vol plané et à voile, n'est à aucun moment complètement immobile, au moins dans ses parties latérales extrêmes; celles-ci, selon la vitesse du courant aérien, fléchissent et se tordent à chaque instant sur leur axe, enregistrant toutes les variations du vent, ce qui, à notre avis, doit procurer à l'oiseau un pouvoir sustentateur extraordinaire.

Chez l'oiseau, le moindre mouvement des ailes est évidemment l'effet d'un travail des muscles, mais l'énergie musculaire ne se transforme pas directement en locomotion; le mouvement de l'aile met d'abord en jeu l'*élasticité*.

Cette action élastique qui, dans le vol à voile, semble être indépendante de la volonté de l'oiseau, peut être comparée à celle des ressorts qui ploient sous l'influence d'une force convenable et reprennent ensuite leur forme primitive, en surmontant, dans ce retour, les résistances plus ou moins grandes que l'on pourrait leur opposer.

Dès lors, il nous paraît tout indiqué de tenir compte des enseignements de l'oiseau,

enseignements qui peuvent très bien être appliqués à l'appareil humain, et de s'attacher à construire des aéroplanes semi-rigides, semi-flexibles, les parties flexibles étant placées à chaque extrémité latérale, et pouvant, sous l'effort naturel de ressorts convenablement disposés, avoir deux mouvements distincts : flexion de bas en haut et torsion sur leur axe.

Si l'on suit attentivement les travaux des Américains, on remarque que les frères Wright n'ont obtenu de réels résultats que depuis qu'ils ont construit et expérimenté, en 1903, un appareil possédant des articulations à charnière permettant aux surfaces formant les ailes ou à des parties de celles-ci de se tordre ou de se plier en dehors de leurs plans normaux, mouvement donné de la nacelle par l'aviateur au moyen de cordes de manœuvre montées sur un système de poulies.

L'ensemble de nos recherches nous amène à conclure que l'aéroplane devra posséder :

1° Un appareil de réglage automatique de stabilité longitudinale, qui sera vraisemblablement un plan régulateur placé à l'arrière et mobile sur son axe, se mouvant d'un certain degré au-dessus et au-dessous de son plan normal, ce plan normal relevé de quelques degrés au-dessus de l'horizontale.

2° Un ou deux plans sustentateurs semi-rigides, semi-flexibles. Les parties latérales extrêmes de ceux-ci pouvant, automatiquement et selon leur pression plus ou moins forte sur l'air ambiant, se relever au-dessus de leur plan normal et reproduire, en même temps, le mouvement de torsion des extrémités de l'aile, lequel, chez l'oiseau qui plane ou vole à voile, est une des causes essentielles de sa sustentation et de son équilibre.

Sans entrer dans des détails de construction qui nous entraîneraient trop loin, il nous paraît suffisamment démontré par l'expérience que les appareils les plus simples de construction donneront le meilleur rendement, la puissance nécessaire à leur propulsion étant réduite dans de notables proportions.

PHYSIQUE. — *Sur les variations avec la température des spectres d'émission de quelques lampes électriques.* Note de M. P. VAILLANT, présentée par M. J. Violle.

A. *Lampe Cooper-Hewitt.* — Une lampe de 110 volts absorbe, en régime normal, abstraction faite du rhéostat de réglage, une puissance de 200 watts. Cette puissance peut être progressivement abaissée à 99 watts avant que la lampe s'éteigne. Pour chaque valeur de la puissance, lorsque le régime

permanent des intensités lumineuses est établi, la température de la vapeur peut être considérée comme constante. La lampe permet donc de comparer commodément, à diverses températures, les intensités des diverses radiations simples de la valeur de mercure.

Les résultats que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie sont relatifs aux radiations

$$(577-9)^{\mu\mu}, \qquad 546^{\mu\mu}, \qquad 492^{\mu\mu}.$$

Les radiations $615^{\mu\mu}$ et $438^{\mu\mu}$ étaient, la première trop faible, la seconde trop intense par rapport à la source de comparaison (lampe de 110 volts à filament de carbone) pour se prêter à des mesures photométriques précises.

Puissance consommée dans la lampe (en watts).	Intensités lumineuses (on a pris pour unités les intensités en régime normal)		
	$577-9^{\mu\mu}$.	$546^{\mu\mu}$.	$492^{\mu\mu}$.
200	1	1	1
175	0,855	0,863	0,871
157	0,759	0,766	0,776
142	0,643	0,660	0,679
128	0,549	0,583	0,608
118	0,456	0,545	0,578
108	0,392	0,455	0,515
99	0,341	0,398	0,449

Les écarts observés dépassent les limites d'erreur photométrique. On doit en conclure que l'énergie fournie à la lampe, dont une partie se transforme en énergie lumineuse, se répartit inégalement suivant la température, l'intensité lumineuse croissant d'autant plus rapidement avec la puissance fournie que la longueur d'onde est plus grande.

On sait que, dans le spectre d'émission d'un solide, l'intensité croît d'autant plus vite avec la température que la longueur d'onde est plus courte. Il semble que la vapeur de mercure se comporte de façon opposée. En fait, la masse de mercure vaporisée diminue avec le nombre de watts appliqués à la lampe, et il peut se faire que la vapeur soit d'autant plus chaude que ce nombre de watts est plus faible, ce qui expliquerait l'anomalie observée.

Le courant fourni aux lampes était emprunté à une batterie de 60 accumulateurs. Un rhéostat de réglage, en série avec la lampe de comparaison, permettait de maintenir à 110 volts la différence de potentiel entre les bornes de celle-ci.

B. *Lampe à filament de carbone, lampe au tantale et lampe Nernst.* — Je me permets de joindre aux résultats qui précèdent quelques chiffres obtenus sur 3 lampes de 110 volts, de constitution différente et auxquelles on a appliqué des différences de potentiel variant de 120 à 82 volts. Ces chiffres mettent en évidence les variations de composition et d'intensité de la lumière avec le nombre de watts. On a pris pour unités les intensités en régime normal.

		Lampe au carbone de 16 bougies.				Lampe au tantale de 25 bougies.				Lampe Nernst de 30 bougies.			
Volts		120	100	90	82	120	100	90	82	120	100	92	90
Ampères		0,59	0,48	0,43	0,38	0,35	0,30	0,28	0,26	0,34	0,22	0,17	La lampe s'éteint.
λ 459 μμ	Intensités lumin.	1,82	0,49	0,26	0,12	1,46	0,61	0,35	0,20	2,47	0,32	0,10	
λ 488	Intensités lumin.	1,76	0,53	0,28	0,15	1,39	0,62	0,36	0,20	2,35	0,32	0,12	
λ 523	Intensités lumin.	1,73	0,54	0,29	0,15	1,33	0,62	0,37	0,21	2,24	0,34	0,17	
λ 570	Intensités lumin.	1,73	0,56	0,32	0,16	1,31	0,63	0,38	0,22	2,04	0,37	0,18	
λ 638	Intensités lumin.	1,71	0,57	0,33	0,17	1,31	0,68	0,41	0,26	2,01	0,38	0,19	
λ 760	Intensités lumin.	1,60	0,59	0,37	0,20	1,22	0,72	0,47	0,30	1,82	0,42	0,23	
Intens. moy.		1,72	0,55	0,31	0,16	1,34	0,64	0,39	0,23	2,16	0,36	0,17	

Enfin, si l'on compare les trois lampes en régime normal, en égalant leurs intensités moyennes, on a :

	λ en μμ	459	488	523	570	638	760
Intensités	Carbone	1	1	1	1	1	1
Intensités	Tantale	1,28	1,17	1,03	0,94	0,78	0,62
Intensités	Nernst	0,92	1,07	1,04	1,03	1,02	0,91

CHIMIE MINÉRALE. — *Un nouveau type de composé dans le groupe des métaux rares.* Note de MM. C. MATIGNON et E. CAZES.

Le chlorure anhydre de samarium $SmCl^3$ ($Sm = 150$), préparé par l'un de nous ([1]), possède la propriété d'être réduit par l'hydrogène en donnant naissance à un sous-chlorure, le chlorure samareux.

I. La réduction exige une température assez élevée. On opère dans un tube épais en verre d'Iéna fortement chauffé; la matière noircit quand la réduction commence et le système binaire des deux chlorures fond aussitôt en un liquide épais qui bouillonne par suite du départ du gaz chlorhy-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 427, et t. CXL, 1905, p. 1181.

drique. La substance est placée dans une nacelle en porcelaine ou mieux en platine à cause de la difficulté de détacher la substance fondue du vase en porcelaine. On réduit de préférence une quantité de chlorure assez faible par suite de la lenteur de la réaction qui n'est pas éloignée des conditions limites de sa possibilité.

Dans une première opération, 0g,5262 de $SmCl^3$ ont perdu 0g,0739; dans une seconde, 0g,2725 ont abandonné 0g,0377. Les résidus analysés ont donné les valeurs suivantes en chlore et en samarium :

	Trouvé.		Calculé
	I.	II.	pour $SmCl^2$.
Chlore...........	32,12	32,11	32,12
Samarium........	67,98	67,84	67,87

Les pertes de poids concordent aussi avec la transformation de $SmCl^3$ en $SmCl^2$:

	Perte trouvée.	Calculée.
I..........................	14,04	13,82
II.........................	13,83	

La réaction qui, dans les conditions où elle se produit, est réversible, peut s'écrire

$$SmCl^3 + \frac{1}{2}H^2 \rightleftharpoons SmCl^2 + HCl.$$

II. Nous avons pensé activer la réduction en remplaçant l'hydrogène par le gaz ammoniac. Cette substitution présente un double avantage. La réaction est légèrement activée et, en outre, le gaz ammoniac liquéfié et abandonné longtemps au contact de la potasse ou de la soude fondue présente toutes les garanties de dessiccation indispensables au maniement des chlorures anhydres des métaux rares.

Quand la réaction est terminée, on laisse refroidir le chlorure dans l'hydrogène pour éviter la formation de composés d'addition avec l'ammoniaque. Le chlorure samareux reste seul dans la nacelle séparé du chlorure d'ammonium volatil

$$3SmCl^3 + 4AzH^3 = 3SmCl^2 + 3AzH^4Cl + Az.$$

III. Avec l'ammoniaque, la transformation est encore lente. On a cherché à améliorer la préparation de ce chlorure intéressant en enlevant l'atome de chlore par l'aluminium. La volatilité du chlorure d'aluminium rend l'opération particulièrement commode. Le chlorure est mélangé intimement, à l'abri de l'humidité, avec la quantité calculée d'aluminium en poudre; le mélange est ensuite chauffé fortement dans un

courant lent d'hydrogène. On obtient un résidu de sous-chlorure pur

$$3 SmCl^3 + Al = AlCl^3 + 3 SmCl^2.$$

Quel que soit le mode opératoire suivi, la préparation est toujours délicate et exige un courant gazeux rigoureusement sec; comme l'opération est lente, la moindre trace d'humidité finit à la longue par décomposer une partie du produit en donnant un peu d'oxychlorure qui cristallise dans le chlorure samareux :

$$SmCl^3 + H^2O = SmClO + 2HCl,$$
$$SmCl^2 + H^2O = SmClO + HCl + H.$$

IV. Le chlorure samareux se présente sous la forme d'une masse cristalline brun foncé, dont la poudre est rouge brun. Examinée au microscope, la poudre est rouge, transparente et cristalline. Sa densité a été trouvée égale à 3,687 à 22°.

Le sulfure de carbone, le benzène, le toluène, le chloroforme, la pyridine, etc. ne dissolvent par le chlorure samareux. L'alcool absolu qui dissout si facilement les chlorures anhydres des métaux rares ([1]) ne dissout pas le chlorure samareux et reste sans action sur lui à la température ordinaire. J'appelle l'attention sur cette propriété qui sera utilisée pour la séparation des métaux rares.

L'eau dissout immédiatement ce sous-chlorure en donnant une liqueur rouge brun très foncée, mais en même temps il y a dégagement d'hydrogène et peu à peu la liqueur se décolore. L'agitation active la décoloration. Il reste finalement dans l'eau un résidu insoluble, légèrement jaune. La liqueur séparée du résidu contient tout le chlore tandis que la partie insoluble est formée par de l'oxyde de samarium soluble dans l'acide chlorhydrique étendu.

Exposé à l'air, le chlorure samareux attire rapidement l'humidité de l'air en prenant une teinte rouge sang, puis il éprouve la transformation indiquée et laisse finalement un résidu jaune.

Dans les conditions où l'hydrogène et le gaz ammoniac réduisent le chlorure samarique, ils restent sans action sur les chlorures de praséodyme et de néodyme. Comme conséquence des propriétés précédentes, on entrevoit immédiatement des méthodes pour l'analyse et la séparation du samarium contenu dans un mélange de praséodyme et de néodyme.

Il paraît probable que le praséodyme et le néodyme sont susceptibles dans des conditions convenables de donner aussi naissance à un sous-chlorure; c'est du moins ce que paraissent indiquer certaines propriétés du métal néodyme isolé par l'un de nous ([2]).

L'étude des applications signalées précédemment est continuée ainsi que la recherche des sous-chlorures des autres métaux rares.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 289 et t. CXXXIV, 1902, p. 427.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 289.

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation électrolytique de l'étain spongieux.* Note de M. D. TOMMASI, présentée par M. H. Moissan.

L'électrolyseur à l'aide duquel on prépare l'étain spongieux se compose d'une cuve rectangulaire contenant la solution suivante : eau, 50 parties; chlorure stanneux, 10 parties; acide chlorhydrique, 1 partie.

Dans ce bain plongent deux anodes en étain; au milieu de ces anodes est disposée la cathode, laquelle est constituée par un disque en cuivre fixé par son centre à un arbre en bronze pouvant être animé d'un mouvement de rotation.

Un segment seulement du disque plonge dans le bain, de telle sorte que chaque section de la zone plongeante du disque se trouve alternativement dans l'air et dans le liquide qui sert d'électrolyte.

La partie du disque qui émerge du liquide de la cuve passe, par suite de son mouvement de rotation, entre deux frotteurs en forme de racloirs mobiles, lesquels ont pour but, non seulement d'enlever le dépôt d'étain spongieux au fur et à mesure de sa production, mais encore de dépolariser la surface du disque.

Ces racloirs sont formés par deux lames en laiton disposées de telle façon que, par un simple jeu de manivelle, elles puissent se rapprocher ou s'éloigner des faces du disque.

Des rigoles convenablement disposées rassemblent et reçoivent l'étain détaché et l'amènent dans un récipient où il est recueilli. L'étain est égoutté et puis lavé. Le liquide qui s'écoule est évaporé jusqu'à ce qu'il ait atteint sa densité primitive et, après refroidissement, il est introduit dans l'électrolyseur.

Parmi les nombreuses expériences que nous avons faites avec un petit électrolyseur dont le disque avait 30^{cm} de diamètre, nous citerons la suivante qui peut être considérée comme une bonne moyenne et qui va nous fournir la quantité d'étain libérée par ampère-heure pour une puissance donnée :

Intensité : 40 ampères; force électromotrice : 3 volts; puissance : 120 watts; durée de l'expérience : 1 heure.

Poids de l'étain fondu	trouvé	76^{g}
	calculé	88
Étain déposé par cheval-heure	trouvé (a)	380
	calculé (b)	440
Rendement $a:b$		86,36 pour 100

Avec un électrolyseur ayant un disque de 3^{m} de diamètre, on pourrait donc déposer 4400^{g} d'étain par cheval-heure, soit 105^{kg} par journée de 24 heures.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le siliciure cuivreux.* Note de M. **Em. Vigouroux**, présentée par M. H. Moissan.

Depuis plusieurs années nous poursuivons nos recherches sur le siliciure de cuivre et, dès 1901, nous avons publié qu' « en traitant un siliciure de cuivre à faible teneur (moins de 5 pour 100 de silicium total) *par le silicium en excès,* nous obtenons un lingot qui, dépouillé par la soude de l'excès de métalloïde non entré en réaction, renferme une proportion de silicium combiné voisine de 10 pour 100. Telle est la quantité maxima de silicium susceptible de rester combinée avec le cuivre, dans nos conditions expérimentales... » ([1]). Voici, en effet, les chiffres trouvés en attaquant cette matière par l'eau régale et en dosant le cuivre par électrolyse :

	I.	II.
Cuivre pour 100	89,60	88,47
Silicium »	9,20	10
Impureté »	»	»
	98,80	98,47

L'impureté, analysée à part, renfermait du fer et des essais effectués dans la suite nous ont convaincu que ce métal était apporté par le silicium cristallisé (préparé par son fluorure et l'aluminium). Pour le rendre chimiquement pur, il a fallu le pulvériser et lui faire subir successivement des attaques énergiques à l'eau régale et à l'acide fluorhydrique concentrés. Ce n'est que lorsque la pulvérisation a amené les cristaux a prendre l'aspect franchement marron que l'eau régale d'attaque ne décèle plus trace de fer au ferrocyanure.

Avec ce silicium très pur et du cuivre électrolytique nous avons préparé un certain nombre de siliciures, exempts de fer, plus ou moins chargés de silicium libre. Après élimination de ce dernier par la potasse, le résidu que nous obtenions et qui renfermait toujours une moyenne de 10 pour 100 de silicium combiné ne présentait généralement qu'une forme conchoïdale, surtout lorsque le culot était fortement chargé de ce métalloïde. Nous sommes arrivé à préparer un siliciure à forme cristalline plus caractérisée en prenant : silicium, 10 parties; cuivre, 90 parties. Poids total : 100^g au-

([1]) *Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux,* 18 juillet 1901.

quel nous ajoutions 7 à 8 parties du métalloïde libre. Nous mélangeons ces substances et les plaçons dans une nacelle en porcelaine, revêtue intérieurement de silice et les fondons dans un tube en porcelaine parcouru par un courant d'hydrogène. Le culot formé est très cassant, d'aspect blanchâtre, mais ne tarde pas à se nuancer de rouge. Il renferme 4,32 pour 100 de silicium libre, que nous enlevons par une solution chaude de soude à 5 pour 100. Nous lavons le résidu successivement à l'eau, à l'alcool, à l'éther et le séchons dans l'hydrogène, après avoir séparé, par lavage rapide à l'acide fluorhydrique étendu, le peu de silice qui le souille parfois; il répond sensiblement à la formule Cu^4Si qui est celle du siliciure cuivreux.

Cet alliage présente l'éclat métallique; il est dur, cassant, se laisse piler aisément. Sa couleur est blanc d'argent, mais il se ternit rapidement et passe successivement du jaune pâle au rouge brique. En le refondant dans l'hydrogène, nous avons pu obtenir un petit culot franchement blanc d'argent, très brillant et sillonné de très nombreuses stries cristallines parfaitement discernables à l'œil nu. Sa densité, prise à zéro, est de 7,48 (1); celle du corps fondu est de 7,58. Le chlore l'attaque facilement avant le rouge, cette propriété nous a servi à le doser.

L'acide chlorhydrique étendu froid agit à peine; lorsqu'il est concentré, son action est un peu plus sensible, surtout à chaud. L'acide fluorhydrique, étendu ou concentré, ne produit de même qu'un effet très faible. L'acide sulfurique agit difficilement lorsqu'il est étendu et froid; lorsqu'il est concentré et chaud, il se colore assez facilement en bleu. L'acide azotique étendu, même en solution à 1 pour 100, l'attaque facilement et complètement, surtout à chaud; l'acide concentré fournit le même résultat. L'eau régale forme un dépôt de silice qui entrave l'action ultérieure. Le mélange d'acide fluorhydrique et d'acide azotique le dissout en totalité. Les solutions alcalines ne l'attaquent que très faiblement, même à chaud, surtout si elles sont étendues.

Analyse. — Dès le début, nous l'attaquions par le chlore sec, dans un tube horizontal; les chlorures formés se condensaient partie dans le tube, partie dans de l'alcool placé à la suite. Plus tard, nous avons utilisé l'eau régale qui a permis, comme le procédé suivant, de déterminer séparément le silicium libre et le silicium combiné. Actuellement nous préférons l'attaquer par une solution étendue d'acide azotique (ne dépassant pas 5 pour 100). Nous insolubilisons et dans le résidu nous trouvons le silicium libre et la silice que nous séparons par l'acide fluorhydrique. Le cuivre est dosé par électrolyse :

	Formule pour Cu^4Si.	Silicium isolé par la potasse. I.	II.
Cuivre pour 100	89,96	89,35	89,60
Silicium »	10,04	9,50	9,45
	100,00	98,85	99,05

(1) Nous avons obtenu 7,47 dans un premier essai et 7,49 dans un second; mais ce corps, en contact avec l'eau du flacon à densité, où l'on avait fait le vide, dégageait longtemps des gaz.

Conclusions. — 1° Nous avons confirmé nos précédentes expériences, à savoir que, dans les siliciures de cuivre purs, la teneur en silicium combiné est très voisine de 10 pour 100; 2° nous avons isolé le siliciure cuivreux Cu^4Si; 3° nous avons déterminé ses principales propriétés.

CHIMIE MINÉRALE. — *Réduction des chlorures d'argent et de cuivre par le calcium.* Note de M. L. **Hackspill**, présentée par M. H. Moissan.

Dans une Note précédente (1) nous avons indiqué une préparation rapide du rubidium et du cæsium, basée sur la réduction des chlorures correspondants par le calcium.

Avec le lithium, qui est beaucoup moins volatil, nous avons obtenu un alliage de ce métal avec l'excès de calcium.

C'est ce qui se produit également dans la réduction des chlorures d'argent et de cuivre.

Alliages de calcium et d'argent. — En chauffant, dans un tube de porcelaine vide d'air, une nacelle de fer contenant des proportions variables de chlorure d'argent et de tournure de calcium, nous avons obtenu des alliages dont la teneur en calcium pouvait aller jusqu'à 45 pour 100:

$$2\,AgCl + n\,Ca = CaCl^2 + (n-1)\,Ca + 2\,Ag.$$

Le chlorure d'argent était fondu, pulvérisé et intimement mélangé au calcium en tournure fine.

Le tube de porcelaine, relié à une extrémité à une trompe à mercure, était fermé de l'autre côté par un morceau de verre plan, fixé au mastic Golaz, ce qui permettait de suivre l'opération.

La réaction se produisait dès que la nacelle était au rouge sombre; on cessait de chauffer peu après.

Voici ce que nous ont donné quatre expériences :

Avec	7g	AgCl et	2g	de Ca	l'alliage contenait	.....	6,3 pour 100 de Ca
»	7	»	3	»	»	.....	13,3 »
»	7	»	5	»	»	.....	44,9
»	7	»	10	»		.....	n'est pas homogène

Les deux premiers alliages étaient bien homogènes et recouverts d'une couche de chlorure de calcium. Celui à 44,9 pour 100 était spongieux; le dernier était formé de globules de calcium et d'alliage riche en calcium séparés par du chlorure.

(1) *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 106.

Nous avons pensé que cette couche protectrice de chlorure de calcium qui recouvrait les alliages à faible teneur pourrait permettre de les préparer en plus grande quantité dans un creuset.

Nous avons opéré dans un creuset de fer brasqué à la magnésie et fermé par un couvercle à vis.

Dans un premier essai, nous prîmes 75g de chlorure d'argent fondu et 40g de calcium en tournure. Dès que le creuset fut au rouge, on cessa de chauffer. Il contenait sous une épaisse couche de chlorure un culot très cassant qui se détachait au ciseau.

Sa composition était pour 100 : argent, 83,2 et calcium, 16,0.

En cherchant à augmenter la proportion de calcium, par exemple en prenant : chlorure d'argent 60g et calcium 50g, on n'obtient plus qu'une masse spongieuse contenant une forte proportion de chaux.

Propriétés. — Les alliages d'argent et de calcium (même celui à 6,3 pour 100) ont un aspect tout différent de celui de l'argent. Ils sont gris, leur cassure est cristalline; on peut les réduire facilement en poudre.

Chauffés à l'air, ils s'oxydent rapidement même avant de fondre. Après une fusion prolongée à l'air tout le calcium transformé en chaux vient flotter à la surface de l'argent.

Si l'on cherche à doser l'argent par coupellation, on ne peut pas séparer complètement le bouton d'argent de la scorie de chaux, et la pesée donne un résultat trop fort.

L'alliage riche en calcium chauffé vers 900° dans le vide s'enrichit rapidement en argent; mais si l'on chauffe trop fort ou trop longtemps on ne retrouve plus rien dans la nacelle, l'argent se volatilisant dans le vide à partir de 680° (1).

C'est ainsi que 4g d'alliage à 16 pour 100, chauffés 3 heures vers 1000°, ne nous ont laissé qu'un résidu peu abondant contenant surtout de la chaux.

Tous ces alliages sont attaqués à froid par l'eau. L'alliage à 44,9 de calcium est attaqué lentement par l'alcool à 95° à l'ébullition. Après 4 heures le résidu noir pulvérulent obtenu contenait encore 18 pour 100 de calcium et 12,3 pour 100 après 8 heures.

Alliage de cuivre et de calcium. — M. Setlick a déjà décrit (2) un alliage de cuivre et de calcium qu'il prépare directement en fondant les deux métaux ensemble. Il ne peut dépasser ainsi la teneur 13,4 de calcium; de plus son produit n'est pas homogène.

(1) Krafft, *Berichte*, t. XXXVIII, 1905, p. 269.

(2) Setlick, *Ch. Zeit.*, 1905, p. 218.

En réduisant le chlorure de cuivre par le calcium nous avons pu obtenir un alliage homogène contenant 18 pour 100 de métal alcalino-terreux.

La réaction peut s'exprimer ainsi :

$$Cu^2Cl^2 + n\,Ca = Ca\,Cl^2 + 2\,Cu + (n-1)\,Ca.$$

On opère exactement comme pour la réduction du chlorure d'argent.

Le chlorure cuivreux préparé par réduction du chlorure cuivrique par le cuivre était séché dans le vide et fondu au préalable dans un courant de gaz acide chlorhydrique.

En prenant 100^g de chlorure pulvérisé et 40^g de calcium en tournure, nous avons obtenu un culot jaune orangé très cassant.

Deux analyses faites sur des parties différentes de ce culot nous ont donné : cuivre : 78,1, 80,0; calcium : 18,8, 18,3 et silicium : 1,2 et 0,9.

Le silicium était dosé à l'état de silice, le cuivre par électrolyse et le calcium à l'état de chaux vive.

Les propriétés de cet alliage sont absolument comparables à celles de l'alliage d'argent. M. Setlick estime qu'il pourrait être employé à la purification du cuivre, tout au moins quand on l'obtiendra totalement exempt de silicium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés asymétriques de l'hexanediol*-1.6; *éther diéthylique et diiodure de l'heptanediol*-1.7. Note de M. **R. Dionneau**, présentée par M. A. Haller.

Récemment ([1]), M. Hamonet a décrit une méthode qui permet d'obtenir un glycol normal biprimaire, $HO(CH^2)^nOH$, quand on possède un éther-oxyde, $RO(CH^2)^{n-1}OR$, de l'homologue inférieur. Je me suis proposé d'appliquer cette méthode à la préparation du glycol heptaméthylénique, jusqu'ici inconnu.

Sur les éthers-oxydes de l'hexanediol-1.6, je fais agir le gaz bromhydrique à froid, 2^{mol} d'acide pour une d'éther, afin d'avoir la réaction unilatérale :

$$(1)\qquad RO(CH^2)^6OR + 2HBr = RO(CH^2)^6Br + RBr + H^2O.$$

En fait, l'action est plus complexe : à côté de l'éther non transformé, du monobromure cherché, du dibromure résultant de la réaction bilatérale, on a des corps à fonction alcool, parmi lesquels le glycol hexaméthylénique a été isolé et caractérisé par son point de fusion.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 975 et *Bul. Soc. chim.*, t. XXXIII, p. 235.

Outre la réaction (1) qui produit sur le groupe hexaméthylénique la fonction bromure, il y en a donc une seconde qui donne naissance à la fonction alcool

$$(2) \qquad RO(CH^2)^6OR + HBr = RO(CH^2)^6OH + RBr$$

On doit prévoir toutes les combinaisons qui résultent de la substitution complète ou imcomplète de la fonction alcool ou de la fonction bromure à la fonction éther-oxyde. Un tel mélange ne peut être séparé que par de nombreuses distillations.

Quand on emploie l'éther diméthylique, la réaction (2) est tout à fait prédominante; la réaction (1) semble se produire d'autant mieux que le radical R est plus lourd.

Éthoxybromohexane-1.6 : $C^2H^5O(CH^2)^6Br$. — Le mélange produit par l'action de l'acide bromhydrique sur l'éther diéthylique est lavé et rectifié. La principale fraction se concentre à 121°-123°, sous la pression 35^{mm}; elle contient l'éthoxybromohexane 1.6, mais impur. La diéthyline qui reste, bouillant à 112° sous la même pression, n'a pu être séparée complètement, à cause du peu de différence des points d'ébullition. Pour résoudre cette difficulté, je transforme l'éthoxybromohexane en éthoxyiodohexane, qui bout notablement plus haut et se sépare facilement du diéther.

Ethoxyiodohexane-1.6 : $C^2H^5O(CH^2)^6I$. — Ce corps s'obtient en faisant bouillir l'éthoxybromohexane avec une solution alcoolique d'iodure de sodium. C'est un liquide légèrement coloré par des traces d'iode, bouillant à 138°-139°, sous 35^{mm}. $D_4^{11} = 1,379$.

Diéthoxyheptane-1.7 : $C^2H^5O(CH^2)^7OC^2H^5$. — L'éthoxyiodohexane-1.6 forme, avec le magnésium, un dérivé $C^2H^5O(CH^2)^6MgI$, qui, traité par l'éther iodométhyléthylique, $ICH^2OC^2H^5$, donne le diéthoxyheptane-1.7,

$$C^2H^5O(CH^2)^6MgI + ICH^2OC^2H^5 = C^2H^5O(CH^2)^7OC^2H^5 + MgI^2.$$

Le diéthoxyheptane-1.7 est un liquide incolore, à odeur de fruits, bouillant à 129° sous 35^{mm}, et à 225° sous la pression ordinaire. $D_4^{11} = 0,853$.

Diiodoheptane-1.7 : $I(CH^2)^7I$. — Le corps précédent, saturé d'acide iodhydrique et chauffé à 100° en tube scellé, se décompose très régulièrement en iodure d'éthyle et diiodoheptane. Le diiodoheptane-1.7 est un liquide bien stable, à peine coloré d'iode, bouillant à 178° sous la pression de 20^{mm}. Porté dans le mélange glace et sel, il se prend en une masse de cristaux incolores, qui fondent vers 0°. $D_8^8 = 1,943$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les conditions d'hydrogénation, par les métaux-ammoniums, de quelques dérivés halogénés des carbures gras : Préparation des carbures éthyléniques et forméniques.* Note de M. E. **Chablay**, présentée par M. A. Haller.

Dans une précédente Communication [1] nous avons montré que les ammoniums alcalins réagissent sur le dérivé halogéné monosubstitué d'un carbure forménique, pour régénérer ce carbure, avec formation de l'amine primaire correspondante d'après l'équation générale

$$2R.Cl + 2AzH^3 - Na = R.H + R.AzH^2 + 2NaCl + AzH^3.$$

Nous faisions remarquer dans la même Note que l'action hydrogénante des métaux-ammoniums se poursuivait avec les dérivés polysubstitués du méthane, chloroforme, tétrachlorure de carbone qui donnent également le formène, mais en fournissant des réactions moins simples que la précédente. Il était donc intéressant de voir si ces mêmes actions ont lieu avec les dérivés polysubstitués des carbures supérieurs au méthane. Nous donnerons dans cette Note nos résultats concernant les dérivés bisubstitués.

On sait que ces dérivés ont pour formule générale $C^nH^{2n}X^2$ et présentent diverses variétés isomériques suivant la position relative des groupes substituants. D'après les résultats que nous avons obtenus, il y a lieu de diviser ces composés en deux groupes correspondant respectivement aux deux premiers types :

$$\underbrace{CH^2.X - CH^2.X}_{\text{Dérivé de l'éthylène.}} \quad \text{et} \quad \underbrace{CH^3 - CHX^2.}_{\text{Dérivé de l'éthylidène.}}$$

Avec les métaux-ammoniums les dérivés de l'éthylène fournissent des carbures éthyléniques; leurs isomères éthylidéniques donnent des carbures forméniques.

Premier groupe : *Type* $\begin{matrix} CH^2.X \\ | \\ CH^2.X \end{matrix}$. *Chlorure d'éthylène.* — Nous avons employé le même appareil que celui qui a été décrit à propos des alcools; la matière étant li-

---

[1] E. Chablay, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1262. — *Voir* aussi Paul Lebeau, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1264.

quide, nous l'enfermons dans une petite ampoule de verre, préalablement tarée, avant de l'introduire dans l'une des branches; on brise ensuite cette ampoule par une légère secousse de l'appareil au moment de faire la réaction. Ce mode opératoire nous a fourni d'excellents résultats, car il permet d'opérer sur un poids très exactement connu de substance. Le chlorure d'éthylène nous a fourni de l'éthylène avec un rendement théorique : une molécule de gaz, pour une molécule de chlorure employé. La réaction peut être exprimée par l'équation suivante :

$$\begin{array}{l} CH^2-Cl \\ | \\ CH^2-Cl \end{array} + 2AzH^3-Na = 2NaCl + C^2H^4 + 2AzH^3.$$

L'analyse eudiométrique, l'absorption par le brome, le dosage du chlorure de sodium et la perte de poids subie par l'appareil justifient parfaitement cette formule.

Comme autres corps de ce groupe, nous avons choisi les bromures de propylène, de pseudobutylène et d'isobutylène qui nous ont fourni le propylène, le pseudobutylène et l'isobutylène; les rendements sont moins bons qu'avec le chlorure d'éthylène par suite d'une réaction secondaire sur laquelle nous reviendrons.

Bromure de triméthylène. — Le bromure de triméthylène nous a fourni également du triméthylène, mais dans la proportion de $0^{mol},5$ de gaz pour 1^{mol} de bromure seulement.

Les métaux-ammoniums se comportent donc, avec ces différents corps, comme les métaux alcalins correspondants et fournissent un carbure éthylénique.

Deuxième groupe : *Type* $\begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ CHX^2 \end{array}$. — Les composés de ce groupe isomères des précédents, où les substitutions sont faites sur le même atome de carbone, fournissent avec les métaux-ammoniums le carbure saturé correspondant, tandis que les métaux alcalins seuls donnent un carbure éthylénique.

Nous avons opéré sur les chlorures de méthylène, d'éthylidène, de propylidène et sur le chloracétol, qui nous ont fourni le méthane, l'éthane et le propane dans la proportion de $0^{mol},5$ de gaz pour 1^{mol} de chlorure. Il se produit en outre des réactions secondaires qui donnent lieu à la production d'une certaine quantité de carbure éthylénique. Les dérivés de la série homologue suivante :

$$\underbrace{H-CH=Cl^2}_{\text{Chlorure de méthylène.}} \quad \underbrace{CH^3-CH=Cl^2}_{\text{Chlorure d'éthylidène.}} \quad \underbrace{CH^3-CH^2-CH=Cl^2}_{\text{Chlorure de propylidène.}} \quad \underbrace{CH^3-CCl^2-CH^3}_{\text{Chloracétol.}}$$

se comportent donc de la même manière vis-à-vis des métaux-ammoniums dont la molécule agit à la fois par son sodium et son hydrogène.

Cette action hydrogénante se poursuivant avec tous les dérivés substitués du méthane, il est très probable qu'elle aurait lieu également avec les dérivés de la forme CH^3-CX^3, et nous tirons de ces faits d'expérience les conclusions suivantes :

1° La molécule d'un métal-ammonium alcalin réagit comme hydrogénante sur les dérivés halogénés bisubstitués et, par extension, sur les déri-

vés trisubstitués, à condition que toutes les substitutions soient faites sur le même atome de carbone.

2° Elle réagit au contraire simplement par son métal alcalin lorsque les deux substitutions sont faites sur des carbones différents. L'exemple du bromure de triméthylène semble indiquer que les réactions ont un caractère spécial de simplicité lorsque la double substitution est faite sur deux atomes de carbone voisins.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la rétrogradation et la composition des amidons naturels autres que la fécule.* Note de M. **Eug. Roux**, présentée par M. Maquenne.

Dans une Note précédente (1) nous avons établi, M. Maquenne et moi, que la fécule de pommes de terre est un mélange de deux substances principales. L'une, que nous appelons *amylose*, ne diffère de l'ancienne amylocellulose des auteurs que par son plus grand état de pureté; c'est elle qui forme la majeure partie du grain de fécule naturel, qui lui donne la propriété de bleuir par l'iode et qui se change en maltose par saccharification diastasique. L'autre substance, que nous avons provisoirement appelée *amylopectine*, est celle qui donne à l'empois sa consistance mucilagineuse : sous l'action du malt elle se dissout et se dextrinifie, sans paraître fournir de sucres, au moins dans les conditions ordinaires; sa véritable nature chimique et la proportion dans laquelle elle se trouve mélangée à l'amylose nous sont également inconnues.

C'est au moyen de ces considérations que nous avons expliqué pourquoi la diastase ne transforme qu'incomplètement l'empois de fécule en maltose, tandis qu'au contraire l'amylose pure donne un rendement en sucre presque quantitatif.

Nous avons également fait connaître la méthode qui permet d'extraire l'amylose des empois de fécule, par rétrogradation spontanée, et de l'amener à un état de pureté sensiblement complète; nous nous proposons d'exposer dans cette Note les résultats que nous avons obtenus en étudiant de la même manière les autres amidons naturels.

Nous avons d'abord reconnu que tous les empois, quelles que soient leur consistance et l'origine de l'amidon qui sert à les préparer, rétrogradent

(1) Maquenne et Roux, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1303.

par le repos à basse température comme l'empois de fécule, et d'autant plus vite qu'ils sont plus concentrés. Le phénomène de la rétrogradation est donc, ainsi qu'on pouvait le prévoir, d'ordre absolument général.

Nous avons ensuite déterminé le rendement en maltose que fournissent ces différents empois par saccharification diastasique, en nous plaçant dans les conditions que l'on admet actuellement être les plus favorables à sa production.

On a opéré sur des empois renfermant 0g,35 d'amidon pour 30$^{cm^3}$ d'eau, gélifiés soit dans l'eau bouillante à 100°, soit au bloc, en tube scellé, par une chauffe de 15 minutes à 120° ou 150°. Les saccharifications ont été faites par addition de 5$^{cm^3}$ d'extrait de malt, obtenu par macération de 10g de malt moulu dans 100g d'eau distillée pendant 1 heure. Le malt a été ajouté aussi tôt que possible, de manière à éviter tout phénomène de rétrogradation; les fioles ont été chauffées simultanément pendant 5 heures à 56°, puis abandonnées à elles-mêmes jusqu'au lendemain, en présence de toluène comme antiseptique.

Après avoir dosé le maltose dans une portion des liqueurs filtrées, on a additionné celles-ci de 1,5 pour 100 d'acide sulfurique, puis on les a chauffées pendant 30 minutes à 120° et l'on a dosé le glucose total produit, de manière à connaître le poids réel de l'amidon solubilisé sous l'influence de l'amylase.

Les amidons de riz et de maïs, étudiés dans ce travail, sont des produits commerciaux; ceux de blé et de pois ont été préparés au laboratoire avec les farines correspondantes. Les uns et les autres ont été lavés soigneusement à l'eau ordinaire et tamisés.

	Maltose pour 100 d'amidon solubilisé $\left(\frac{M}{A}\right)$.		
Empois préparés à........	100°.	120°.	150°.
Fécule.................	83,0	»	82,8
Maïs...................	85,3	85,1	86,0
Blé................. ..	»	»	87,1
Riz....................	85,2	83,8	83,8
Pois...................	83,8	82,2	82,9
Manioc (1).............	81,5	79,1	79,1

En préparant des empois à 120° et surtout à 150° on se proposait de solubiliser la partie de l'amylocellulose qui aurait pu s'y trouver à l'état non saccharifiable, comme dans l'amidon rétrogradé. Cette hypothèse n'était pas fondée, puisque la proportion de maltose est restée sensiblement constante, même plutôt un peu plus forte à 100° qu'à 150°, par rapport au poids de l'amidon dissous.

Les résultats ci-dessus mentionnés montrent que les divers amidons et

(1) Echantillon très pur obligeamment offert par M. Dybowsky, à qui nous sommes heureux de pouvoir adresser nos plus sincères remerciements.

fécules naturels renferment une quantité d'amylose sensiblement égale à celle que l'on rencontre dans la fécule de pommes de terre; il nous restait à établir que cette amylose est partout une seule et même matière.

A cet effet nous avons soumis à la rétrogradation les empois des divers amidons précédents, puis, par la méthode que nous avons décrite dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 440), nous en avons extrait l'amylose et nous l'avons purifiée par plusieurs traitements successifs à l'eau surchauffée, vers 155°.

Tous les produits obtenus présentent le même aspect microscopique qu'offre l'amidon artificiel dérivé de la fécule. Comme celui-ci ils sont saccharifiables en totalité par le malt quand ils ont été d'abord dissous dans l'eau à 150°. En dosant le maltose obtenu et rapportant ce nombre à la quantité de matière sèche dissoute, calculée comme précédemment en amidon, nous avons obtenu les chiffres suivants qui sont à peu près égaux :

Maltose pour 100 *d'amidon solubilisé* $\left(\frac{M}{A}\right)$.

Fécule...........	100,2	Pois.............	100,1
Blé..............	101,9	Manioc..........	102,0
Riz..............	100,2		

En résumé, nous pouvons dire que tous les amidons naturels examinés par nous sont essentiellement constitués par de l'amylose, comme la fécule ordinaire, et qu'ils en renferment à peu près la même proportion. La propriété qu'ils possèdent de former des empois avec l'eau bouillante montre qu'ils renferment en outre de l'amylopectine.

Toutes les observations faites jusqu'à présent sur la fécule sont donc applicables aux autres amidons naturels.

PHYSICO-CHIMIE. — *Action de l'invertine dans un milieu hétérogène.* Note de M. **Victor Henri**, présentée par M. Dastre.

Les ferments solubles sont contenus, en général, à l'intérieur des cellules; ils sont, comme on dit, endocellulaires; les substances transformées par ces ferments sont apportées du dehors avec les liquides organiques, il en résulte donc que ces substances doivent d'abord pénétrer à l'intérieur des cellules par diffusion, et ce n'est qu'alors qu'elles peuvent

être digérées par les ferments. Parmi les produits de digestion, certains restent dans les cellules, d'autres sortent au dehors dans les liquides de l'organisme, Pour pouvoir analyser les lois d'actions des ferments inclus à l'intérieur des cellules, il est important de réaliser artificiellement des conditions qui se rapprochent le plus possible de celles que l'on trouve dans les organismes. C'est ce travail d'ensemble que j'ai entrepris pour toute une série de ferments différents. Je ne présente maintenant que les résultats relatifs à l'action de l'invertine sur le saccharose.

Technique. — On fait un mélange de gélatine dialysée à 10 pour 100 et d'invertine; ce mélange est obtenu liquide à 42°, lorsqu'on opère avec de la gélatine chauffée à 100° et refroidie à 42°; dans ces conditions, la gélatine met un temps assez long pour se gélifier et c'est pendant cet intervalle que l'on fait le mélange. On verse ensuite cette gélatine contenant le ferment dans un vase à fond large et on laisse gélifier à la température du laboratoire. Les vases que j'ai employés ont un fond plat de 170^{cm^2} de surface et je versais 35^{cm^3} du mélange de gélatine et d'invertine. Lorsque la gélification s'est bien produite, on verse au-dessus une faible quantité de gélatine pure un peu plus concentrée, qui se répartit ainsi en couche mince au-dessus de la gélatine contenant le ferment et forme ainsi une membrane protectrice. J'ai employé dans les vases précédents 17^{cm^3} de gélatine, l'épaisseur de la membrane était donc égale à 1^{mm}. Le rôle de cette membrane est d'empêcher le ferment de passer en solution, de la couche inférieure dans le liquide versé au-dessus. . . . .

On laisse gélifier la membrane, puis on lave à l'eau le vase et la couche de gélatine, on met à l'étuve et, lorsque la température est atteinte, on verse dans le vase un volume déterminé d'une solution de saccharose pur portée à la température de l'étuve. On prélève de temps en temps le liquide dans le vase et l'on dose la quantité de sucre interverti. On doit faire des expériences témoin avec la même quantité de gélatine sans ferment pour savoir comment varie le titre de la solution de sucre par suite de la diffusion du sucre de la solution dans la couche de gélatine. . . . .

Résultats. — 1° *La vitesse d'inversion est presque proportionnelle à la concentration de la solution de saccharose.* Je rappelle que, si l'on opère dans un milieu homogène, c'est-à-dire si le ferment est dissous dans le liquide qui contient le sucre, la vitesse d'inversion est presque *indépendante* de la concentration de la solution (à condition que les concentrations soient comprises en 0,1 et 1 normale en sucre). Voici quelques exemples numériques pour deux solutions de sucre contenant $17^g,1$ de saccharose pour 100 (0,5 normale) et $6^g,84$ pour 100 (0,2 normale). La température était égale à 25°. . . . .

Invertine inclue dans la gélatine.

Saccharose 17g,1 pour 100 interverti en 41 min. 3g,26 en 72 min...... 4g,1
Saccharose 6g,84 pour 100 » 39 » 1g,33 » 75 » 2g,0

Invertine contenue dans la solution.

Saccharose 17g,1 pour 100 interverti en 48 min. 1g,68 en 86 min...... 3g,32
Saccharose 6g,84 pour 100 » 45 » 1g,56 » 81 » 3g,0

On voit donc que la loi d'action de l'invertine est absolument différente dans ces deux cas.

Cette différence d'action est facile à comprendre. En effet, lorsque l'invertine est contenue dans la couche de gélatine, le saccharose doit d'abord pénétrer par diffusion de la solution dans cette couche, et seulement à ce moment il peut être transformé par l'invertine. La vitesse de la réaction se décompose donc en deux temps : d'une part la vitesse de diffusion du sucre et d'autre part la vitesse de la réaction chimique elle-même. La vitesse de diffusion est proportionnelle à la concentration de la solution de sucre, la vitesse totale variera donc avec la concentration. Dans les expériences précédentes le ferment contenu dans la gélatine était très actif, par conséquent la vitesse de la réaction est presque proportionnelle à la concentration de la solution, puisque c'est surtout le facteur diffusion qui importe.

2° *La variation de température influe beaucoup moins sur la vitesse d'inversion lorsque le ferment est contenu dans la gélatine que dans le cas où il se trouve réparti dans le liquide tout entier.* Voici quelques exemples :

Invertine contenue dans la couche de gélatine.

Saccharose 17g,1 pour 100; inversion à 25° de 3g,26;
à 37° de 4g,6, rapport des deux.................. 1,4

Invertine contenue dans la solution.

Saccharose 17g,1 pour 100; inversion à 25° de 1g,68;
à 37° de 3g,26, rapport........................ 1,9

Ce résultat peut aussi s'expliquer simplement; en effet, on sait que l'élévation de la température de 10° augmente la vitesse d'une réaction chimique quelconque environ du double, tandis que la vitesse de diffusion se trouve augmentée seulement environ d'un quart. Par conséquent, dans l'expérience précédente, où le ferment est contenu dans la gélatine, l'élévation de la température fait varier beaucoup moins la vitesse de diffusion du sucre qu'elle ne le fait pour la vitesse de la réaction chimique elle-même; il en résulte évidemment que la vitesse d'inversion du sucre sera bien moins influencée dans cette expérience que dans celle où le ferment est réparti dans le liquide tout entier.

Conclusion. — Il résulte de ces expériences que le mode de répartition du ferment a une importance très grande pour la loi d'action de ce ferment. La concentration des substances transformées par le ferment aura une influence sur la vitesse de digestion lorsque les ferments sont endocellulaires et elle n'exercera presque pas d'influence sur cette vitesse pour des ferments répandus dans les liquides de l'organisme.

MINÉRALOGIE. — *Sur les solutions solides.* Note de M. **Fréd. Wallerant**, présentée par M. de Lapparent.

S'appuyant sur ce que les propriétés physiques des mélanges isomorphes, comme celles des solutions, varient d'une façon continue avec la composition, van't Hoff émit l'opinion que les mélanges isomorphes pouvaient être considérés comme résultant de la dissolution de l'un des corps dans l'autre. Cette conception, qui permettait d'étendre à ces mélanges les résultats fournis par l'étude des solutions, suscita de nombreuses discussions et l'on fit remarquer, en particulier, que ni la diffusion accompagnant la dissolution d'un corps, ni la cristallisation accompagnant la concentration en un point du corps dissous, n'avaient été constatées dans les mélanges isomorphes. Tout au plus pouvait-on citer la diffusiou dans les métaux, dont l'opacité ne permet pas une étude assez approfondie, pour que l'on puisse en affirmer l'homogénéité. D'autre part, M. Bodlander a fait très justement observer que, dans les roches éruptives, bien des cristaux présentent des zones concentriques, constituées par des mélanges isomorphes de composition différente, zones qui auraient dû disparaître si les cristaux avaient été le siège de diffusions. La question était donc encore entière. Or je suis à même de citer deux cas très nets, l'un de diffusion, l'autre de cristallisation en milieu solide. Si l'on mélange par fusion ignée de l'azotate de potassium et de l'azotate d'ammonium, dans des proportions pouvant varier entre 80 et 93 pour 100 d'azotate d'ammonium, on obtient, au-dessus de 104°, un conglomérat de deux espèces de cristaux, les uns isomorphes de l'azotate de potassium et renfermant 80 pour 100 d'azotate d'ammonium et les autres quadratiques renfermant 93 pour 100 du même sel. A 104°, la préparation se trouble, les cristaux deviennent indiscernables et, à en juger par les variations des teintes de polarisation, des mouvements vermiculaires se produisent dans la masse. Puis, peu à peu, sans que l'on puisse préciser le début du phénomène, on voit apparaître des

plages cristallines, qui s'individualisent progressivement et dont l'homogénéité devient parfaite. Chacune de ces plages, qui appartiennent à des cristaux monocliniques, s'est constituée aux dépens de plusieurs cristaux, les uns quadratiques, les autres orthorhombiques, et de compositions différentes; il y a donc eu destruction de deux édifices cristallins, diffusion de la matière et reconstitution d'un nouvel édifice, dont la composition est intermédiaire à celle des deux premiers. Je dois dire que, dans certains cas, l'homogénéité est parfaite, l'orientation optique étant unique, dans d'autres l'extinction moirée et les variations dans les teintes de polarisation indiquent que l'édifice cristallin n'est pas parvenu à l'état parfait.

Le phénomène inverse s'observe dans les cristaux mixtes renfermant 2 d'azotate d'ammonium pour 1 d'azotate de cæsium. Le mélange fondu par la chaleur donne en se consolidant des cristaux cubiques qui, par refroidissement, se transforment en cristaux rhomboédriques, quasi-cubiques, isomorphes des cristaux de cæsium. A leur tour ces derniers donnent naissance par transformation lente à un conglomérat de deux espèces de cristaux, les uns quadratiques, les autres rhomboédriques. Les premiers sont des cristaux mixtes des deux azotates, isomorphes de la modification quadratique de l'azotate d'ammonium, stable entre 82° et 125° quand l'azotate est pur, mais qui devient stable à la température ordinaire dans les mélanges avec l'azotate de cæsium. Les seconds sont également des cristaux mixtes, isomorphes de l'azotate de cæsium, mais de composition différente de celle des cristaux rhomboédriques primitifs. Le conglomérat présente une particularité intéressante : les cristaux quadratiques, sous forme de filaments, sont inclus dans les cristaux rhomboédriques et, comme leur orientation est déterminée relativement à ces derniers, il en résulte qu'ils sont orientés parallèlement entre eux et que le conglomérat constitue une véritable micropegmatite.

Nous voyons donc se produire dans les mélanges isomorphes, comme dans les solutions, les deux phénomènes de la diffusion et de la cristallisation; mais il ne faut pas oublier que ces phénomènes se produisent au moment des transformations polymorphiques, c'est-à-dire au moment où disparaît la structure de l'édifice cristallin, structure qui précisément distingue cet édifice d'une solution. On est donc en droit de se demander si ces faits ne viennent pas à l'encontre de l'opinion émise sur l'analogie des solutions et des cristaux mixtes, puisque c'est au moment où le caractère essentiel de ces derniers disparaît que l'on constate les caractères communs à l'état solide et à l'état liquide.

BOTANIQUE. — *Sur les canaux sécréteurs du bois des Diptérocarpées.* Note de M. P. Guérin, présentée par M. Guignard.

L'époque d'apparition des canaux sécréteurs dans le bois de la tige des Diptérocarpées et leur répartition durant les premières périodes de la végétation subissent, suivant les genres, souvent même d'une espèce à l'autre, des variations dont ne font pas mention les auteurs qui nous ont précédé sur le même sujet, et, en particulier, Van Tieghem (1) et Solereder (2). Sans doute faut-il en chercher la cause dans le fait qu'ils n'ont eu à leur disposition que des échantillons trop jeunes ou des espèces en nombre trop restreint (3). En ce qui nous concerne, les recherches ont porté sur plus de soixante espèces (4) appartenant à treize genres différents : *Dipterocarpus, Anisoptera, Dryobalanops, Doona, Hopea, Pentacme, Shorea, Isoptera, Balanocarpus, Cotylelobium, Vatica, Pachynocarpus, Monoporandra.* Toutes, mais à des degrés divers, se sont montrées pourvues de canaux sécréteurs dans le bois secondaire de leur tige.

Considérée au moment où elle a atteint $2^{cm},5$ environ de diamètre (5), la tige est riche en éléments sécréteurs chez les *Dipterocarpus, Vatica, Cotylelobium, Pachynocarpus,* certains *Shorea* (*S. mollis, selanica, eximia, scaberrima, cochinchinensis, Maranti*) et *Hopea* (*H. multiflora, Mengarawan*). Au même état de développement, les *Dryobalanops* et plusieurs *Shorea* n'offrent au contraire qu'un très petit nombre de canaux et de très faible diamètre.

Les canaux se montrent tantôt dispersés et sans ordre apparent à l'intérieur du corps ligneux (plusieurs *Dipterocarpus, Anisoptera, Vatica, Pachynocarpus; Cotylelobium*), tantôt, au contraire, en cercles concentriques (6) plus ou moins complets,

---

(1) *Ann. Sc. nat.,* 7e série, t. I, 1885, p. 65.

(2) *Holzstructur,* Munich, 1885, p. 81.

(3) C'est en ne considérant qu'une seule espèce, le *Shorea robusta,* que Solereder a pu croire que les canaux du bois sont peu nombreux chez les *Shorea.* Nous-même avions émis primitivement même opinion en n'étudiant que le *Shorea hypochra.*

(4) La plupart proviennent de Buitenzorg et sont dues à l'extrême obligeance de M. le Dr Treub.

(5) Les observations ont presque toujours été faites sur des tiges d'un diamètre de $2^{cm},5$ à 3^{cm}.

(6) Le nombre des cercles de canaux varie souvent, dans le même genre, non seule-

dont l'apparition, en rapport avec celle de parenchyme, semble correspondre aussi à une période nouvelle de végétation (*Doona, Hopea, Pentacme, Shorea, Isoptera, Balanocarpus*). Parfois encore on les trouve répartis en très petit nombre sur une portion de cercle (*Dryobalanops*).

S'il est vrai que, chez certaines espèces, les canaux ne se montrent que tardivement, il est inexact de dire, comme l'ont fait certains auteurs, que ces éléments n'apparaissent que dans le *vieux bois* ou dans les *tiges âgées*. Dans certains *Dipterocarpus* (*D. turbinatus, intricatus, hispidus, bancanus*, etc.), les canaux font en effet leur apparition de très bonne heure dans le bois, on pourrait presque dire en même temps que les formations secondaires ([1]). Il en est de même chez certains *Shorea* (*S. mollis* en particulier) et chez les *Vatica*, où le *V. Lamponga* en possède déjà un très grand nombre, alors que la tige a atteint à peine 2^{mm} de diamètre.

Chez les espèces où la région cambiale se prête à une observation de ce genre (*Anisoptera marginata, Vatica moluccana, Shorea selanica, Cotylelobium flavum*, plus particulièrement), nous avons remarqué que les canaux du bois offrent un mode de développement absolument analogue à celui que nous avons signalé précédemment chez les *Dipterocarpus* ([2]).

Chez presque tous les genres, d'ailleurs, il existe, à côté de canaux beaucoup plus

---

ment d'une espèce à l'autre, mais aussi dans la même espèce, pour une tige d'un égal diamètre.

Une tige de $2^{cm},5$ de diamètre possède habituellement, chez les *Doona*, deux à trois cercles de canaux.

Chez l'*Hopea multiflora*, on trouve les canaux répartis sur cinq à six cercles, alors que chez les *H. Pierrei* et *H. ovalifolia* on n'en observe que quelques-uns en un cercle incomplet.

Mêmes variations chez les *Shorea*.

Il n'est d'ailleurs pas jusqu'à la présence elle-même de canaux sécréteurs qui ne soit sujette à variation et tel entre-nœud d'une tige s'en montre dépourvu, alors qu'on les rencontre dans l'entre-nœud voisin. On voit ainsi à quelles conclusions inexactes on pourrait aboutir si l'on ne faisait un nombre suffisant d'observations.

([1]) L'apparition plus ou moins hâtive de ces canaux ligneux est aussi très variable dans la même espèce, pour des échantillons d'une même provenance. Ainsi s'expliquerait peut-être la raison pour laquelle A. Bécheraz (*Mittheil. der Naturf. Gesellsch. in Bern*, 1893, p. 103) et M. Stepowski (*Vergleichend. anatom. Untersuchung. über die oberirdischen Vegetationsorgane der Burseraceæ, Dipterocarpeæ und Guttiferæ*, etc. : Inaug. Dissert., Bern, 1905) n'en font pas mention dans la tige de *Vatica moluccana*. Il est vrai que ce dernier auteur ne signale de canaux dans le bois chez aucune Diptérocarpée, pas même chez les *Dipterocarpus*.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 520.

développés, de petits canaux réduits encore à leur méat primitif et dont la forme rappelle suffisamment leur origine. Aussi semble-t-il permis de conclure que, d'une façon générale chez les Diptérocarpées, les canaux sécréteurs du bois prennent naissance dans le cambium, à la façon de ceux des *Copaifera* et des *Daniellia* étudiés par M. Guignard.

Quel que soit, à l'origine, le diamètre du canal, il ne se modifie guère avec l'âge, si ce n'est par disparition plus ou moins complète des cellules de bordure. Exceptionnellement dans nos échantillons (*Balanocarpus bancanus*), mais le fait doit être plus fréquent daus les tiges plus âgées, nous avons rencontré des cavités plus volumineuses indiquant qu'il peut y avoir, à un moment donné, non seulement disparition des cellules de bordure, mais aussi résorption des tissus environnant le canal primitif.

L'analogie signalée plus haut entre les *Copaifera* et *Daniellia* d'une part, les Diptérocarpées d'autre part, se poursuit jusque dans la façon même dont ces canaux effectuent leur course à l'intérieur du corps ligneux. En effet, la fusion de deux ou plusieurs canaux voisins, toujours évidente en section transversale chez tous les genres considérés, s'affirme d'une façon beaucoup plus apparente chez certaines espèces en section longitudinale et, à l'instar de ceux des *Dipterocarpus*, les canaux des *Shorea, Vatica, Hopea, Doona, Isoptera,* confluent en un réseau à mailles plus ou moins inégales, rappelant surtout celui des *Daniellia*.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la respiration de la fleur*. Note de M. **Maige**, présentée par M. Gaston Bonnier.

De Saussure est le premier physiologiste qui ait étudié les variations de l'intensité respiratoire de la fleur au cours de son développement; les résultats de ses expériences sur les fleurs des *Cucurbita Melo-Pepo, Hibiscus speciosus* et *Passiflora serratifolia* sont actuellement devenus classiques et il est admis très généralement que c'est au moment de l'épanouissement que l'intensité respiratoire de la fleur est le plus grande. Plus tard Cahours, en 1864, signala, sans indiquer les espèces sur lesquelles il opérait, que la fleur qui commence à se développer dégage plus de gaz carbonique et consomme plus d'oxygène que celle qui a atteint son complet développement et Curtel, en 1899, expérimentant sur les *Iris sambucina, Linaria vulgaris, Anemone Japonica,* arriva à cette conclusion que les boutons de ces trois plantes respirent individuellement avec plus d'intensité que les fleurs épanouies, bien que présentant un poids notablement moindre.

Il y a une contradiction évidente entre les résultats obtenus par ces deux observateurs et ceux des expériences de de Saussure.

J'ai repris l'étude de la question, en opérant sur vingt espèces, appartenant aux familles les plus diverses, prises au hasard parmi les plantes qui fleurissaient pendant les mois d'août et septembre au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau et pendant le mois de décembre à Alger.

Je prélevais, pour chaque espèce, en général, quatre lots de fleurs à différents stades de développement, que je pesais et introduisais successivement dans quatre éprouvettes, contenant un volume déterminé d'air atmosphérique normal et placées ensuite à l'obscurité. Au bout de quelques heures, je faisais successivement une prise de gaz dans chacune des éprouvettes et j'en dosais le gaz carbonique à l'aide de l'appareil de Bonnier et Mangin. Au moyen de ces données, il était facile de déduire le volume de gaz carbonique dégagé en 1 heure dans chacun des quatre lots, soit par 1g de fleurs, soit par une fleur prise individuellement.

Voici les résultats obtenus pour l'intensité respiratoire rapportée au gramme-heure.

Sur les vingt espèces étudiées, dix-sept (*Verbascum Thapsus, Aloe arborescens*, etc.) ont présenté une intensité respiratoire décroissant régulièrement depuis le bouton très jeune jusqu'à la fleur fraîchement épanouie; pour une seule (*Reseda lutea*), l'intensité respiratoire est restée sensiblement constante et, pour deux autres enfin (*Cucurbita maxima, Malvaviscus mollis*), l'intensité respiratoire est allée en croissant jusqu'à l'épanouissement. Il est à remarquer que ces deux espèces sont voisines de celles étudiées par de Saussure (*Cucurbita Melo-Pepo, Hibiscus speciosus*) et que, par conséquent, mes résultats concordent avec les siens sur ce point.

Chez les dix-sept espèces où l'intensité respiratoire de la fleur va en diminuant au cours de son développement, la rapidité de cette décroissance peut être caractérisée par le rapport des intensités respiratoires respectives, des boutons cueillis au stade le plus jeune et des fleurs fraîchement épanouies. Ce rapport varie dans une même plante, dans une mesure assez grande avec la teneur en eau de la fleur; mais mes expériences ayant été faites pendant des périodes très pluvieuses, les fleurs sur lesquelles j'ai expérimenté étaient, à ce point de vue, dans des conditions très comparables.

Le rapport varie beaucoup d'une espèce à une autre; dans les conditions de mes expériences, il a été de 3,2 dans le *Verbascum Thapsus*, 2,8 chez l'*Aloe arborescens*, 2,5 dans le *Tecoma Capensis*, 1,9 chez le *Linaria vulgaris*, 1,5 chez le *Narcissus Tazetta*, 1,4 chez l'*Hypericum perforatum*, 1,16 dans le *Ricinus communis*, 1,09 dans l'*Achillea Millefolium*.

En considérant maintenant l'intensité respiratoire rapportée à la fleur prise individuellement, j'ai trouvé que les vingt espèces étudiées, sans exception, présentaient une intensité respiratoire croissant régulièrement depuis les stades les plus jeunes jusqu'à l'épanouissement.

En résumé, on peut formuler les conclusions suivantes :

1° *Chez la plupart des plantes, l'intensité respiratoire (rapportée au poids*

frais et au gaz carbonique dégagé) va en décroissant, d'une manière régulière, depuis les stades les plus jeunes jusqu'à l'épanouissement.

2° *Chez un très petit nombre d'espèces, l'intensité respiratoire va, au contraire, en croissant, au cours du développement de la fleur, pour être le plus grande dans la fleur épanouie. Entre ces espèces et les précédentes on trouve tous les intermédiaires.*

3° *La respiration de la fleur prise individuellement va toujours en croissant depuis les stades les plus jeunes jusqu'à l'épanouissement.*

On peut rapprocher la marche décroissante de l'intensité respiratoire (rapportée au poids frais) de la fleur, au cours de son développement, de celle que présente la feuille. Les expériences de Garreau, Moissan, Bonnier et Mangin ont montré qu'à poids égal les feuilles jeunes des bourgeons en voie de développement respiraient avec plus d'intensité que les feuilles adultes; il n'est pas étonnant qu'il en soit de même chez les fleurs, qui ne sont que des groupes de feuilles adaptées à un rôle spécial.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition des liquides qui circulent dans le végétal; variations de l'azote dans les feuilles.* Note de M. G. **André**.

L'extraction directe, à l'aide d'une pression convenable, des liquides que renferme la plante permet d'étudier la nature et la forme même des éléments essentiels à la nutrition qui circulent dans ses tissus. On ne peut songer, même en employant une pression très énergique, à retirer d'un végétal tous les liquides que celui-ci contient, Connaissant la teneur totale de la plante ou des parties de la plante en eau, d'une part; la quantité de liquide retiré par expression et le poids de l'extrait sec, d'autre part, on peut calculer quelle est la quantité totale du liquide, chargé de matières en dissolution, qui est présente dans le végétal. Ceci suppose que la concentration des sucs est la même dans la partie du liquide extrait directement et dans celle qui demeure dans les débris végétaux. Cette supposition n'est pas absolument exacte, ainsi que je l'ai vérifié par des expressions successives : l'erreur n'est cependant pas très forte et j'admettrai, comme première approximation, l'identité de composition des sucs extraits avec ceux qui demeurent dans le végétal. Les chiffres qui figurent plus loin se rapportent à ce liquide total.

En procédant ainsi que je viens de le dire, pour retirer les sucs d'une

plante, on peut connaître, dans des conditions assez satisfaisantes, leur composition réelle à un moment donné, sans l'intervention d'aucun réactif : il suffit de filtrer, au bout de 24 heures de repos, le liquide conservé dans un vase fermé, en présence de quelques gouttes de toluène. J'examinerai aujourd'hui les différences de composition que présentent les sucs extraits : 1° des feuilles d'une plante annuelle à végétation rapide : *Papaver somniferum ;* 2° des feuilles d'une plante à souche vivace : *Pyrethrum balsamita,* depuis le début de la végétation, jusqu'au moment de la floraison, c'est-à-dire pendant toute la période de la vie active de la feuille.

		Eau dans 100 parties de matière humide.	100 parties de matière sèche contiennent : Azote total.	100 parties de matière sèche contiennent : Phosphore total calculé en PO^4H^3.	Suc des feuilles correspondant à 100 parties de matière sèche.	Azote total organique.	Azote des nitrates.	Phosphore total calculé en PO^4H^3.
						contenu dans le suc des feuilles correspondant à 100 parties de matière sèche.		
					g	g	g	g
Feuilles de Pyrèthre.	I. 3 mai 1905	89,63	3,83	2,01	906	0,9415	0,1382	»
	II. 17 mai	89,44	3,37	1,81	887	0,8710	0,0827	1,1238
	III. 6 juin. Apparition de quelques tiges portant des boutons floraux	88,01	3,05	1,47	766	0,4948	0,0285	0,8732
	IV. 30 juin. Apparition des fleurs	86,32	2,53	1,46	667	0,4548	0,0447	0,9838
Feuilles de Pavot.	I. 14 juin. Avant apparition des boutons floraux	89,88	3,93	2,61	931	1,4895	0,5491	1,8152
	II. 28 juin. Formation des boutons floraux	86,92	3,82	2,48	716	1,3860	0,0636	1,8930
	III. 10 juillet. Floraison	84,15	3,24	2,26	575	1,1465	0,0986	1,1315

Tous les dosages de l'acide phosphorique ont été effectués par la pesée du phosphomolybdate d'ammonium (méthode au citrate de H. Pellet). On peut ainsi apprécier avec une grande précision de très faibles quantités d'acide phosphorique contenues dans certains liquides.

La comparaison des nombres inscrits dans le Tableau précédent conduit à formuler les remarques suivantes :

I. A mesure que les feuilles se déshydratent par suite des progrès de la végétation, la quantité d'azote total contenu dans 100 parties de suc diminue chez les feuilles de Pyrèthre : elle est égale à $0^g,103$ et $0^g,098$ aux deux premières prises d'échantillon ; elle s'abaisse à $0^g,064$ et $0^g,068$ aux deux prises suivantes. La quantité d'acide phosphorique total augmente au contraire. Chez les feuilles de Pavot, dont la déshydratation est cependant plus rapide que celle des feuilles de Pyrèthre, la quantité de l'azote total contenu dans 100 parties de suc est égale successivement à $0^g,159$, $0^g,193$, $0^g,199$, tandis que la proportion de l'acide phosphorique total est maxima à la deuxième prise d'échantillon, à laquelle correspond la formation des boutons floraux. La concentration des sucs en azote et acide phosphorique

solubles est notablement plus élevée chez les feuilles de la plante annuelle, à végétation rapide, que chez celles de la plante vivace.

II. Si l'on prend le rapport entre l'azote total du suc correspondant à 100 parties de matière sèche et l'azote total contenu dans 100 parties de matière sèche, on trouve que ce rapport, égal à $\frac{25}{100}$ environ aux deux premières prises d'échantillon des feuilles de Pyrèthre, s'abaisse à $\frac{17}{100}$ aux deux dernières prises. Chez les feuilles de Pavot, ce rapport, notablement plus élevé, est à peu près constant et égal à $\frac{36}{100}$. Par suite de l'évolution rapide de cette dernière plante, des quantités considérables d'azote soluble, élaborées dans la feuille, sont mises en circulation, afin de pourvoir aux besoins de la fructification.

L'élaboration de la matière azotée dans la feuille aux dépens des nitrates trouve, dans les chiffres du Tableau, une démonstration très nette, surtout dans le cas des feuilles de Pavot, et sur laquelle il est superflu d'insister. On notera seulement que la disparition des nitrates chez ces dernières feuilles est beaucoup plus rapide que chez les feuilles de Pyrèthre.

Les faits qui précèdent traduisent, en ce qui concerne l'azote, la différence qui existe entre le travail physiologique des feuilles d'une plante à souche vivace et celui des feuilles d'une plante annuelle, remarquable par la rapidité de son évolution. L'examen des variations simultanées de l'acide phosphorique et de l'azote conduit à des constatations analogues.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'hordénine : alcaloïde nouveau retiré des germes, dits* touraillons, *de l'orge*. Note de M. **E. Léger**, présentée par M. Guignard.

Par la méthode de Stas j'ai pu extraire des touraillons d'orge un alcaloïde nouveau que je propose de nommer *hordénine*.

En pratiquant la méthode sus-indiquée, l'alcaloïde est obtenu en solution éthérée; celle-ci, évaporée à sec, abandonne la base sous forme d'une matière poisseuse qui ne tarde pas à se prendre en une masse de cristaux. Le produit est purifié par des cristallisations répétées dans l'alcool.

Ainsi obtenue, l'hordénine forme des prismes assez volumineux, incolores, anhydres, presque insipides, fusibles à $+117^{\circ},8$ (corrigé) en un liquide incolore. Maintenue pendant longtemps à cette température ou mieux à 140-150°, elle se volatilise et peut, sans altération sensible, être sublimée à la façon du camphre. Sa solution alcoolique est sans action sur

la lumière polarisée; il en est de même de la solution aqueuse du sulfate.

M. Wyrouboff, qui a bien voulu examiner les cristaux d'hordénine, a constaté que ce sont des prismes orthorhombiques plus ou moins allongés, très fortement biréfringents; le rapport des axes étant 0,5257 : 1 : 0,3551.

L'hordénine se dissout abondamment dans l'alcool, le chloroforme, l'éther, moins dans le benzène, et peut cristalliser de ces divers solvants. Elle se dissout à peine dans le toluène et encore moins dans le xylène commercial. Sa solubilité dans les carbures du pétrole est à peu près nulle à froid.

L'hordénine est une base forte, qui non seulement bleuit le tournesol rouge, mais encore rougit la phtaléine du phénol et déplace, à froid, l'ammoniaque de ses sels. L'acide sulfurique concentré ne la colore pas. Elle est à peine attaquée par la potasse en solution concentrée et à chaud, ni même par la potasse en fusion. Par contre elle réduit, à froid, le permanganate de potassium en solution acide et, à chaud, l'azotate d'argent ammoniacal ainsi que l'acide iodique, ce dernier avec précipitation d'iode.

La composition de l'hordénine, ainsi que son poids moléculaire, correspondent à la formule (1) $C^{10}H^{15}NO$. Elle est donc isomérique avec l'éphédrine; mais, tandis que celle-ci est une base secondaire, l'hordénine, ainsi que nous le verrons plus loin, est une base tertiaire. C'est, de plus, une base monoacide, ne formant, par conséquent, qu'une seule série de sels. Ceux que j'ai préparés sont, en général, très solubles dans l'eau; mais tous, à l'exception du chlorhydrate, cristallisent facilement en solution aqueuse.

Sels. — Le *sulfate* $(C^{10}H^{15}NO)^2SO^4H^2 + H^2O$ cristallise en aiguilles prismatiques brillantes, facilement solubles dans l'eau, très peu solubles dans l'alcool à 95°.

Le *chlorhydrate* $C^{10}H^{15}NO, HCl$ cristallise dans l'alcool à 90° en fines aiguilles anhydres.

Le *bromhydrate* $C^{10}H^{15}NO, HBr$ forme de très longues aiguilles prismatiques, brillantes, anhydres, très solubles dans l'eau, moins solubles dans l'alcool à 90°.

L'*iodhydrate* $C^{10}H^{15}NO, HI$ cristallise en prismes allongés, anhydres, un peu moins solubles dans l'eau que le bromhydrate, peu solubles dans l'alcool à 90°.

Dérivé alcoylé. — L'*iodométhylate* $C^{10}H^{15}NO, CH^3I$ s'obtient : soit en chauffant à 110°, en tube scellé, la base avec CH^3I; soit en abandonnant, à froid, une solution éthérée ou alcoolique de base additionnée de CH^3I. Dans tous les cas, même avec un grand excès de CH^3I, le produit obtenu est le même. L'hordénine ne pouvant fixer qu'une seule molécule de CH^3I est donc bien une base tertiaire. L'iodométhylate cris-

(1) Les analyses seront publiées ailleurs.

tallisé dans l'eau en prismes incolores, anhydres, beaucoup plus solubles à chaud qu'à froid.

Dérivé acidylé. — L'*acétylhordénine* s'obtient en chauffant pendant 3 à 4 heures, à 100°, la base avec un excès d'anhydride acétique. Après décomposition de l'excès d'anhydride au moyen de l'eau, on met le dérivé acétylé en liberté par NH^3 et l'on extrait à l'éther. L'acétylhordénine reste, après évaporation de l'éther, sous la forme d'un liquide sirupeux, incristallisable. C'est un corps basique, dont le sulfate, très soluble dans l'eau et l'alcool, ne cristallise pas. L'iodhydrate, au contraire, est très peu soluble, à froid, et cristallise avec facilité.

L'iodhydrate d'acétylhordénine $C^{10}H^{14}(C^2H^3O)NO, HI$ s'obtient en ajoutant à la solution aqueuse concentrée du sulfate d'acétylhordénine une quantité équivalente de NaI en solution concentrée. Il se forme un abondant précipité cristallin qui, après lavage et dessiccation, est cristallisé successivement dans l'alcool à 90° et dans l'eau. Il forme ainsi des cristaux tabulaires, blanc jaunâtre, anhydres, très solubles dans l'alcool, surtout à chaud.

Nous avons tenté des expériences en vue de rechercher la constitution de l'hordénine. Dès maintenant, il est établi que son atome d'azote est tertiaire et que son atome d'oxygène existe dans la molécule à l'état d'oxhydrile. L'hordénine présente, en outre, un caractère phénolique très accentué; elle se dissout dans les alcalis caustiques et ceux-ci ne précipitent pas les solutions de ses sels; la solution de son sulfate se colore faiblement en violet bleu par le perchlorure de fer.

A la suite d'une observation faite par M. G. Roux, de Lyon, qui reconnut que le bacille du choléra est incapable de se développer dans le bouillon de touraillons, MM. Lauth, de Carcassonne, provoquèrent des expériences ayant pour but de rechercher la valeur thérapeutique de ce produit.

Les essais cliniques qui suivront les recherches physiologiques faites par M. L. Camus sur l'hordénine ([1]) établiront si cet alcaloïde agit sur l'organisme dans le même sens que le touraillon et s'il ne doit pas lui être avantageusement substitué.

PHYSIOLOGIE. — *L'hordénine, son degré de toxicité, symptômes de l'intoxication.* Note de M. L. Camus, présentée par M. Guignard.

J'ai entrepris à la demande de M. Léger l'étude physiologique d'un alcaloïde nouveau, l'*hordénine* ([2]), qu'il vient d'isoler des touraillons d'orge.

---

(1) Voir ci-dessous.

(2) Voir ci-dessus, p. 108.

Le produit qui m'a été confié est le sulfate d'hordénine; c'est un corps bien blanc, d'aspect cristallin et d'une grande solubilité dans l'eau.

Avant d'entreprendre cette recherche je me suis demandé si les propriétés de cette substance n'avaient pas été au moins partiellement entrevues par les expérimentateurs qui ont étudié l'orge. Or, voici ce que l'on sait jusqu'ici des propriétés thérapeutiques de l'orge (relativement à l'hordénine), et c'est je crois la connaissance de ces propriétés qui a conduit M. E. Léger à sa découverte.

En 1890, M. G. Roux (1) faisait connaître, dans un travail sur les touraillons d'orge, que ce produit employé comme milieu de culture est parfois très nuisible au développement de certains microbes et en particulier des vibrions cholériques. Cette remarque fut suivie d'un certain nombre d'applications médicales.

Plusieurs médecins du midi de la France essayèrent les infusions et macérations de touraillon dans la dysenterie et les affections cholériformes; les résultats furent encourageants et quelques médecins des colonies, qui firent ensuite usage de ce produit, obtinrent aussi pour la plupart d'excellents résultats. Le Conseil supérieur de santé des colonies, appelé à donner son appréciation, fit toutefois quelques réserves; il reconnut que les touraillons rendent des services, mais qu'ils ne sont pas à la hauteur des préparations d'ipéca et de sulfate de soude qui restent les véritables spécifiques de la dysenterie. La restriction dans cette appréciation tenait à quelques insuccès qui furent expliqués par G. Roux, par Fabre ainsi que par les travaux de Kayser (2) qui montrèrent que, suivant le mode de préparation, le touraillon subit des altérations plus ou moins considérables. Le séchage dans les tourailles ordinaires fait perdre à l'orge ses propriétés bactéricides, alors que le séchage dans la touraille Lauth laisse subsister ces propriétés et, par conséquent, les qualités thérapeutiques. L'alcaloïde isolé par M. Léger, très volatil aux températures qui modifient le touraillon, a justement été extrait des produits reconnus actifs.

Depuis 1901, époque à laquelle Boinet (3) publiait le résumé des tentatives thérapeutiques faites jusqu'alors avec le touraillon, ainsi que le résultat de ses recherches personnelles, conformes d'ailleurs à celui du Conseil supérieur de santé des colonies, il n'a pas été fait de travaux importants sur la question.

Nous nous trouvons donc aujourd'hui en face du problème suivant : quelles sont les propriétés physiologiques de l'alcaloïde extrait des touraillons et dans quelles limites peut-on en essayer l'action thérapeutique? L'étude que je poursuis donnera à brève échéance la réponse à ces questions; pour l'instant je me bornerai à faire connaître les propriétés toxiques et le degré de toxicité de la substance.

J'ai étudié la toxicité en pratiquant des injections intra-veineuses, des

---

(1) G. Roux, Société médicale de Lyon (*Lyon médical,* t. XLIV, 1890, p. 476-478).

(2) Kayser, *Étude des malts de brasserie* (*Annales de l'Institut Pasteur,* 1890, p. 484-499).

(3) Boinet, *Du touraillon d'orge en thérapeutique* (*Marseille médical*, t. XXXVIII, 15 novembre 1901, p. 673-681).

injections sous-cutanées et en faisant ingérer des solutions de sulfate d'hordénine; les solutions employées ont toujours été des solutions aqueuses, tantôt à 1 pour 100, tantôt à 1 pour 20 et quelquefois à 1 pour 40. Les animaux expérimentés ont été le cobaye, le lapin, le chien et le rat. Chez le cobaye, le lapin et le chien j'ai étudié l'effet toxique des injections intraveineuses et chez le cobaye et le rat celui des injections sous-cutanées; enfin, chez le chien, j'ai étudié l'effet de l'ingestion.

D'une façon générale la toxicité du sulfate d'hordénine est faible, la dose minima mortelle pour le chien et le cobaye est de $0^g,30$ par kilogramme en injection intra-veineuse; elle est un peu plus faible pour le lapin, $0^g,25$ seulement. En injection sous-cutanée chez le cobaye la dose mortelle minima par kilogramme est de 2^g; chez le rat elle semble un peu plus faible, 1^g environ, mais les rats sur lesquels j'ai expérimenté étaient assez jeunes et leur faible poids ne me permet pas de donner cette dernière valeur comme très précise. Enfin le chien meurt après l'ingestion de 2^g par kilogramme. Tous ces chiffres sont le résultat de plus de 60 expériences que je rapporterai ailleurs en détail.

L'intoxication s'accompagne principalement de manifestations nerveuses; les symptômes observés sont surtout caractéristiques d'actions corticales et bulbaires. C'est d'abord une excitation plus ou moins forte suivie d'une phase de paralysie; les hallucinations tiennent une place importante dans la première phase. Ce sont ensuite des phénomènes convulsifs qui se traduisent par une série d'attaques cloniques et toniques plus ou moins marquées suivant l'espèce animale; enfin apparaît la paralysie. Les réactions bulbaires sont aussi très précoces, elles se montrent dès le début de l'intoxication sous forme de troubles respiratoires, on constate toujours une polypnée plus ou moins dyspnéique, suivie d'une phase plus ou moins prolongée d'apnée. Les vomissements sont également constants après l'ingestion d'une dose mortelle. La mort est la conséquence d'une action de la substance sur le bulbe, elle est due à un arrêt de la respiration; si l'on ouvre le thorax d'un animal qui a cessé de réagir, on constate que le cœur continue à battre encore pendant quelque temps. La respiration artificielle retarde ou empêche la mort. Il importe aussi de remarquer que la phase de l'intoxication pendant laquelle la mort peut survenir est toujours très courte; si l'animal surmonte cette phase, il se remet vite et complètement sans présenter de troubles consécutifs. A la suite d'une injection intraveineuse, je n'ai jamais vu la mort survenir passé une dizaine de minutes et après 45 minutes pour une injection sous-cutanée. Dans quelques

expériences je me suis préoccupé du sort de la substance dans l'économie et, d'après quelques analyses pratiquées par M. Léger, je puis dire qu'une partie de cette substance s'élimine par les urines.

En résumé, le sulfate d'hordénine est une substance peu toxique; elle donne lieu, quand elle est injectée ou ingérée à forte dose, à des manifestations d'origine corticale et bulbaire. Quand la mort se produit, elle est déterminée par un arrêt de la respiration. Si l'animal survit après avoir été fortement intoxiqué, il se remet complètement et très rapidement; dans les jours qui suivent, son poids n'est pas sensiblement modifié.

ZOOLOGIE. — *Sur les Échinodermes recueillis par l'expédition antarctique française du Dr Charcot.* Note de M. **R. Kœhler**, présentée par M. Alfred Giard.

M. le professeur Joubin a bien voulu me confier l'étude des Stellérides, Ophiures et Échinides recueillis dans l'océan Antarctique par l'expédition du Dr Charcot. La collection qui m'a été remise n'est pas très considérable, mais elle renferme des formes ayant un grand intérêt, notamment parmi les Astéries qui m'ont offert non seulement plusieurs espèces nouvelles, mais encore un genre nouveau et même une famille nouvelle. Les Ophiures, assez pauvrement représentées, ont fourni une espèce nouvelle. Quant aux Échinides, ils appartiennent à trois espèces déjà connues.

Voici l'énumération des espèces recueillies :

Stellérides.

Archastéridées : *Ripaster Charcoti* nov. gen., nov. sp.
Odontaster validus nov. sp.
Odontaster tenuis nov. sp.
Gymnastéridées : *Porania antarctica* Smith.
Stichastéridées : *Granaster biseriatus* nov. sp.
Astériadées : *Anasterias tenera* nov. sp.
Diplasterias Turqueti nov. sp.
Diplasterias papillosa nov. sp.
Brisingidées : *Labidiaster radiosus* Lütken.
Cryastéridées nov. fam. : *Cryaster antarcticus* nov. gen., nov. sp.

Ophiures.

Ophioglypha innoxia nov. sp.
Ophionotus Victoriæ Bell.

Échinides.

Arbacia Dufresnii (Blainville).
Echinus magellanicus (Philippi).
Echinus margaritaceus (Lamarck).

La seule inspection de cette liste montre que la faune échinologique observée par l'expédition Charcot est notablement différente de celle qu'ont rencontrée d'autres explorateurs antarctiques, celles de la *Belgica* et de la *Southern-Cross*, par exemple.

Parmi les Astéries, deux formes seulement appartiennent à des espèces déjà connues et d'ailleurs abondamment répandues vers la pointe méridionale de l'Amérique du Sud : ce sont les *Porania antarctica* et *Labidiaster radiosus*. Les huit autres sont nouvelles et appartiennent pour la plupart à des genres bien représentés dans les mers australes : *Odontaster, Granaster, Anasterias* et *Diplasterias*. J'ai dû créer le genre nouveau *Ripaster* pour une Archastéridée caractérisée par la minceur des plaques marginales. Enfin, une dernière forme, remarquable par l'absence complète de squelette dorsal, ne peut rentrer dans aucune famille connue de *Cryptozonia* et doit faire le type d'une famille nouvelle, celle des Cryastéridées, voisine des Echinastéridées.

Les Ophiures renferment une *Ophioglypha* nouvelle voisine de l'*O. Sarsi* et plusieurs exemplaires d'*Ophionotus Victoriæ*, espèce découverte récemment dans les mers australes par la *Southern-Cross* et remarquable par le morcellement des plaques brachiales latérales.

Les trois Echinides, que j'ai mentionnés plus haut, ont déjà été rencontrés plus ou moins fréquemment sur les côtes de la Patagonie et dans les parages du cap Horn. L'*Echinus margaritaceus* est représenté par de nombreux échantillons qui m'ont permis de compléter la description et de rectifier la synonymie de cette espèce.

Toutes ces formes seront décrites et figurées dans un Mémoire accompagné de planches.

La composition de la faune échinologique antarctique observée par l'expédition Charcot est complètement différente de celle que l'on rencontre dans les mers arctiques et son étude viendrait encore, si cela était nécessaire, apporter un nouvel argument contre la théorie de la bipolarité des faunes arctique et antarctique. Cette théorie a déjà été combattue par plusieurs zoologistes et par moi-même : plus les observations se multi-

plient, plus les différences se montrent nombreuses et accentuées entre les faunes des régions arctique et antarctique de notre globe.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux au 1er janvier* 1906. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

Aucune modification n'a été apportée, en 1905, à la marche du service magnétique établi depuis 1902 à l'Observatoire du Val-Joyeux; comme les années précédentes, les observations ont été faites par M. J. Itié, avec les mêmes appareils, et réduites d'après les mêmes méthodes.

Les valeurs des différents éléments au 1er janvier 1906 résultent de la moyenne des valeurs horaires relevées au magnétographe le 31 décembre 1905 et le 1er janvier 1906, rapportées à des mesures absolues faites le 30 décembre et le 2 janvier.

La variation séculaire est déduite de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1905 (1).

Valeurs absolues et variation séculaire des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux.

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1906.	Variation séculaire.
Déclinaison occidentale	14°53′,73	−3′,96
Inclinaison	64.48,8	−2,3
Composante horizontale	0,19729	+0,00005
Composante verticale	0,41951	−0,00064
Composante Nord	0,19066	+0,00011
Composante Ouest	0,05071	−0,00021
Force totale	0,46359	−0,00055

La station du Val-Joyeux est située à Villepreux (Seine-et-Oise), par 0°19′23″ de longitude Ouest, et 48°49′16″ de latitude.

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 107.

OCÉANOGRAPHIE. — *Courants marins profonds dans l'Atlantique Nord.* Note de M. A. CHEVALLIER.

Pendant la campagne faite par S. A. S. le prince de Monaco, à bord de la *Princesse-Alice*, en 1904, des échantillons d'eaux en série verticale, avec détermination de leur température *in situ*, ont été recueillis en quatre points situés entre les Açores et les Canaries.

	Lat. N.	Long. W.	Profondeur.
A	33°06′	25°07′	4904m
B	31.46	25.01	5423
C	32.18	23.58	5422
D	31.06	24.06.30″	5000

Les analyses de ces échantillons, et en particulier la mesure des densités S_4^0 et S_4^θ, ont été exécutées par M. Allemandet, chimiste du Prince à Monaco.

Ces données m'ont servi à établir les éléments de la circulation sous-marine, d'après la méthode de M. Thoulet (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 527).

J'ai trouvé les résultats suivants entre 25m et 300m de profondeur, rapportés aux points M (lat. = 32°23′ N, long. = 24°41′ W) et N (lat. = 31°43′ N, long. = 24°22′ W), centres respectifs des triangles ABC et BCD. Les valeurs formant un Tableau complet de la circulation océanique ont été ensuite calculées et représentées graphiquement jusqu'au fond.

	M.			N.		
Profondeur.	Direction.	Intensité.	Inclinaison.	Direction.	Intensité.	Inclinaison.
25m	S. 32° E.	66	58″	S. 30° E.	61	23″
50	S. 35° E.	175	36″	S. 65° E.	37	34″
100	S. 43° E.	14	»	S. 32° E.	30	»
130	S. 32° W.	15	»	»	»	»
150	S. 55° W.	19	»	S. 16° W.	31	»
175	S. 32° E.	4	»	»	»	»
200	N. 42° E.	20	»	S. 35° E.	102	3′ 23″
300	N. 28° E.	9	»	»	»	»

Les courants dont l'intensité est représentée par un chiffre égal ou inférieur à 5 résultent de différences de densité, entre les trois points considérés, égales aux erreurs expérimentales commises dans la mesure de ces densités; ils peuvent donc être considérés comme nuls.

Ces résultats sont susceptibles d'être mis sous forme de graphiques permettant d'apercevoir d'un seul coup d'œil les conditions de la circulation à une profondeur quelconque, depuis la surface jusqu'au fond, le long des verticales des points M et N.

Sur une droite verticale et aux diverses profondeurs, indiquées à l'échelle, où ont lieu les variations maxima des courants, on imagine que le courant est figuré en vraie direction par une droite de longueur proportionnelle à son intensité ou gradient sur un plan perpendiculaire à la verticale, c'est-à-dire horizontal, orienté : l'Est à droite, l'Ouest à gauche, le Nord et le Sud en face du spectateur. On rabat ensuite tous ces plans le long de la verticale, de manière que leur nouvelle orientation soit absolument celle d'une carte géographique.

Une construction graphique très simple permet d'abréger considérablement, tout en conservant la même rigueur, les calculs trigonométriques de la méthode de M. Thoulet.

L'examen des deux schémas montre que :

1° La circulation océanique est notablement plus active au voisinage de la surface que dans les profondeurs où elle diminue d'intensité jusqu'à devenir sensiblement nulle;

2° Les courants, suivant une même verticale, quoique souvent très rapprochés l'un de l'autre, peuvent manifester des directions notablement différentes;

3° Dans la région comprise entre les Açores et les Canaries, les courants superficiels donnent une direction qui est bien celle connue pratiquement à cette place du grand courant tropical et équatorial.

Cette concordance prouve l'exactitude de la méthode de M. Thoulet. Elle permettra dans l'avenir, lorsqu'un nombre suffisant de points auront été déterminés, de reconnaître le plan limite inférieur d'un courant, c'est-à-dire en quelque sorte le sol liquide sur lequel il progresse et, en outre, de passer de la connaissance de l'intensité d'un courant évalué en gradient, à son intensité évaluée en mètres, c'est-à-dire à sa vitesse réelle.

M. **A. Lefranc** a déposé à l'Académie, le 15 juillet 1902, un pli cacheté. Sur la demande de l'auteur, ce pli a été ouvert à la séance du 23 octobre 1905 et renvoyé à l'examen de MM. Mascart et Cailletet.

M. Lefranc décrit, dans sa Note, un dispositif qui permet de faire fonc-

tionner un gouvernail à distance au moyen d'une roue à contacts alternatifs, commandée par des ondes hertziennes.

M. Alfred Brust adresse une Note sur un *Nouvel appareil destiné à démontrer la rotation de la Terre.*

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 décembre 1905.

Institut de France. *Observatoire d'Abbadia. — Observations;* Tome III : *Observations faites au cercle méridien en* 1902 *et* 1903, par MM. Verschaffel, Lahourcade, Sougarret, Bergara et Sorreguieta, publiées par M. l'Abbé Verschaffel, Directeur de l'Observatoire. Ascain, imprimerie de l'Observatoire d'Abbadia, 1905; 1 vol. in-4°.

Ministère des Travaux publics. *Carte géologique de la France,* à l'échelle du millionième, exécutée en utilisant les documents publiés par le Service de la Carte géologique détaillée de la France, sous la direction de M. Michel Lévy, Membre de l'Institut. Paris, 1905; 1 feuille, sur toile, in-plano. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Mission scientifique permanente d'Exploration en Indo-Chine. *Décades zoologiques : Oiseaux;* n° 3. Hanoï, 1905; 1 fasc. in-8°. (Exemplaire n° 16.) (Présenté par M. Delage.)

Service géographique de l'Armée. *Rapport sur les travaux exécutés en* 1904. Paris, 1905; 1 fasc. in-8°.

Cours de Chimie organique, par Armand Gautier, Membre de l'Institut, et Marcel Delépine; 3e édition, mise au courant des travaux les plus récents. Paris, Masson et Cie, 1906. 1 vol. in-8°. (Hommage des auteurs.)

L'année biologique. Comptes rendus annuels des travaux de Biologie générale, publiés sous la direction de M. Yves Delage, Membre de l'Institut; 8e année, 1903. Paris, H. Le Soudier, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Delage.)

Résultat des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publiées sous la direction et avec le concours de M. Jules Richard. Fascicule XXXI : *Description des encéphales de* Grampus griseus *Cuv., de* Steno frontatus *Cuv., et de* Globicephalus melas *Traill, provenant des campagnes de la « Princesse-Alice »*, par Auguste Pettit; avec 4 planches. Imprimerie de Monaco, 1905; 1 fasc. in-4°.

Les Rudistes urgoniens, deuxième Partie, par V. Paquier; planches VII-XIII.

(*Mémoires de la Société géologique de France : Paléontologie;* Tome XIII, fasc. 4.) Paris, 1905; 1 fasc. in-4°.

L'Inversion photographique, par A. Guébhard. (Extrait de la *Revue des Sciences photographiques,* 1904-1905.) Paris; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 janvier 1906.

Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble, 1904-1905; t. VII, fasc. 2. Grenoble, 1905; 1 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse, 2e série, t. V. Toulouse, 1905; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe, 2e série, t. XXXII, années 1905 et 1906, 2e fascicule. Le Mans, 1905; 1 vol. in-8°.

Teoria delle transformazioni delle superficie applicabili sulle quadriche rotonde; Memoria del socio Luigi Bianchi. Rome, 1905; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Méthodes de calcul graphique en usage à l'Observatoire royal de Lisbonne, par Frederico Oom. Lisbonne, 1905; 1 fasc. in-8°.

Algunas consideraciones sobre las corrientes electricas, por Ignacio Virgen. Colima, 1905; 1 fasc. in-12.

De l'enseignement de la Géologie et de la Géographie industrielles aux ingénieurs et aux agents coloniaux, par J.-M. Bel. Bruxelles, 1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Origin of petroleum and coal, by a California oil-vell driller. Whittier, 1905; 1 fasc. in-12.

Notes on the life history of british flowering plants, by Lord Avebury. Londres, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Remarques sur l'ornithologie de l'Etat indépendant du Congo, suivies d'une liste des espèces recueillies jusqu'ici dans cet Etat, par le Dr Alph. Dubois; t. I, fasc. 1. (*Annales du Musée du Congo : Zoologie;* série IV.) Bruxelles, 1905; 1 fasc. in-f°.

The dietetics, by E.-J. David. San-Francisco, 1905; 1 fasc. in-8°.

Das Versuchs-Kornhaus und seine wissenschaftlichen Arbeiten, von J.-F. Hoffmann; Berlin, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Beiträge zur Theorie und Praxis der Trocknung von Getreide und anderen Körpern, von J.-F. Hoffmann. Berlin, 1905; 5 fasc. in-4°.

Transactions of the clinical Society of London; vol. XXXVIII. Londres, 1905; 1 vol. in-8°.

Transactions of the Academy of Sciences of Saint-Louis; vol. XV, nos 1-5. Saint-Louis, 1905; 1 vol. et 4 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 janvier 1906.

Connaissance des Temps ou des mouvements célestes, pour le méridien de Paris, à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an 1908, publiée par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Radau.)

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par E. Mascart, Membre de l'Institut; année 1902 : II. *Observations;* année 1903 : III. *Pluies en France.* Paris, Gauthier-Villars, 1905; 2 vol. in-4°. (Présenté en hommage par M. Mascart.)

Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout, effectuées à l'Institut Pasteur de Lille et à la station expérimentale de la Madeleine, par le Dr A. Calmette, Correspondant de l'Institut; t. I. Paris, Masson et Cie, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. le Dr A. Calmette.)

La greffe en sève active pour la transformation des vieilles souches en cépages productifs, par A. Detroyes. Bar-sur-Seine, imp. Vve C. Saillard, 1906; 1 fasc. in-12.

Revue scientifique, paraissant le samedi. Directeur : Dr Toulouse; 5e série, t. V, n° 1, 6 janvier 1906. Paris; 1 fasc. in-4°.

La Nature, Revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie, journal hebdomadaire illustré; 34e année, n° 1702, 6 janvier 1906. Paris, Masson et Cie, 1 fasc. in-4°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publ. par S. Jaccoud et A. Motet; 3e série, t. LV, n° 1, 2 janvier 1906. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Le Progrès médical, journal hebdomadaire; 3e série, t. XXII, n° 1, 6 janvier 1906. Paris, 1 fasc. in-4°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 JANVIER 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

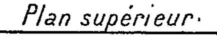
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

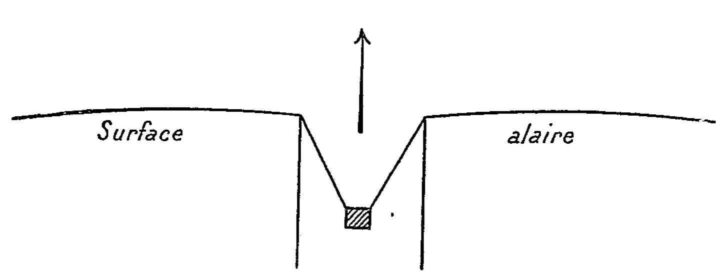
AÉRONAUTIQUE. — *Sur l'atterrissage des aéroplanes.* Note de M. **Bouquet de la Grye.**

A l'heure actuelle toutes les parties des aéroplanes ont été étudiées séparément : machines, hélices, plans ont subi les épreuves de la pratique et l'on peut affirmer que la solution définitive va être donnée à bref délai.

Une double difficulté reste pourtant à vaincre, celle du départ et celle de l'atterrissage. La dernière a été résolue par l'emploi des parachutes et une solution analogue me paraît devoir être appliquée aux aéroplanes.

Le schéma suivant indique les dispositions qui me semblent devoir être adoptées; des expériences en petit m'en ont montré l'efficacité.





La surface alaire, qu'elle se compose d'un ou de plusieurs plans étagés, est percée à son centre d'une large ouverture et au-dessus à une certaine

hauteur est placé un autre plan. La nacelle est fixée au-dessous de la surface alaire, elle contient avec les voyageurs la provision de combustible.

La machine est fixée aux ailes.

Trois bambous formant tripode permettent le jeu de l'hélice. Ils sont relevés pendant la marche.

Le plan supérieur a une certaine mobilité, servant de gouvernail horizontal pour monter ou descendre.

Si l'on a deux hélices un gouvernail horizontal est inutile.

Dans ces conditions, l'air frappant à la descente le plan supérieur tend à maintenir l'aéroplane horizontal, ce à quoi contribue aussi la nacelle.

Je me suis occupé il y a longtemps de cette question et, en 1853, j'ai fait circuler un aéroplane à l'aide de fusées. Si je n'ai pas continué des essais lorsque les machines des automobiles ont été inventées, c'est qu'au point de vue commercial il me semblait que l'aéroplane, ne pouvant transporter des poids lourds, était peu utile. Il ne rendra jamais les services d'un chemin de fer.

Une solution heureuse constituera un tour de force mis à l'actif du xx^e siècle, peut-être un nouveau sport; il pourra être aussi utilisé en temps de guerre, mais n'ajoutera que peu de chose au progrès en général et à la civilisation.

PHYSIQUE. — *Sur les rayons* N. Note de M. **Mascart.**

La découverte des rayons N par M. Blondlot a provoqué d'abord de nombreuses expériences, publiées parfois trop hâtivement, et soulevé ensuite des objections qui ont été jusqu'à la mettre en doute. Dans des observations aussi délicates, il est permis de penser que les résultats négatifs ne constituent pas des arguments scientifiques et peuvent être attribués à l'insuffisance des appareils ou au défaut de préparation des opérateurs.

Dès le début, j'avais eu l'occasion de constater quelques-uns de ces phénomènes, sans faire de mesures, et j'ai demandé, il y a quelques jours, à M. Blondlot de vouloir bien répéter, avec des précautions particulières, l'expérience de la réfraction, dans un prisme d'aluminium, des rayons N émis par une lampe Nernst.

Le spectre de réfraction présente un certain nombre de maxima d'intensité, assez larges d'ailleurs en raison des conditions de l'expérience, et qui ne comportent pas la précision des mesures optiques.

L'écran qui porte la ligne de sulfure, préalablement éclairé, était monté sur le chariot d'une machine à diviser; on inscrivait le nombre marqué par l'index sur la règle chaque fois que l'observateur arrêtait le mouvement sur un maximum d'intensité. Voici les résultats obtenus par quatre observateurs différents dans une même région :

Blondlot.	Gutton.	Virtz.	Mascart.	Moyenne.
382,4	»	381	383,4	382,4
»	387,2	386,9	387	387,03
391,5	393	392	391	391,9
398,4	399	398,2	397	398,15

Dans une autre expérience, la machine a été déplacée de façon que le mouvement du chariot fût à peu près perpendiculaire aux rayons réfractés. Il a été convenu que l'opérateur ferait d'abord les pointés en marchant dans un sens, puis, après quelques tours de vis supplémentaires, reviendrait en sens contraire sur le même chemin. A chaque arrêt sur un maximum, je lisais la division de l'index à l'insu de l'observateur.

M. Blondlot a ainsi obtenu :

→	387,5	382,3	374	368,2	360,2	358	353,2
←	386,1	381,2	374,3	368,2	360,2	358,2	353,2
Moy.	386,8	381,75	374,15	368,2	360,2	358,1	353,2

La lampe Nernst s'étant ensuite éteinte par rupture du circuit, cette série a été interrompue; elle comportait d'ailleurs trop de lectures pour des personnes moins exercées.

Le prisme a été réglé sensiblement au minimum de déviation relatif à une nouvelle position de la machine, et l'on a réduit l'étendue de la région explorée, afin d'éviter la fatigue des observateurs.

Les lectures ont donné alors :

Blondlot....	→	375,6	370,4	363,4	356,2
»	←	375,3	370,3	363,4	356,2
Moyenne..		375,45	370,35	363,4	356,2
Gutton.....	→	»	371,4	364,2	356,1
»	←	374,8	367,4	361,3	356,6
Moyenne..		374,8	369,4	362,75	356,35
Virtz.......	→	374,9	369,8	364,6	357,6
»	←	374,6	371,6	364,3	358,2
Moyenne..		374,75	370,7	364,45	357,9

Mascart.... →	»	372	»	356
» .... ←	376,5	370	»	356
Moyenne..	376,5	371		356

Pour donner une idée de l'exactitude des expériences, j'ajouterai que, dans le dernier cas, la déviation était voisine de 30° et que 1^{mm} de l'échelle correspondait à 4′ environ. Les conditions étaient de même ordre dans les autres séries. Les pointés de M. Blondlot, en particulier, sont toujours concordants à moins d'un demi-millimètre, sauf deux exceptions, de sorte que la position de chaque maximum était déterminée à moins de 2′ près, soit $\frac{1}{900}$ de la déviation.

C'est seulement à titre d'indication que j'ai reproduit mes observations personnelles, faites à l'improviste; il y faut en réalité une excellente vue et un apprentissage spécial. Sur l'ensemble des résultats, je m'abstiens de commentaire, laissant à chacun le soin de se former une conviction.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de la réaction du milieu sur l'activité de l'amylase et la composition des empois saccharifiés.* Note de MM. **L. Maquenne** et **Eug. Roux**.

On sait que l'addition progressive d'un acide à l'empois d'amidon commence par favoriser sa saccharification diastasique, puis la ralentit et l'empêche; mais on est encore dans l'ignorance absolue de la grandeur que doit avoir l'acidité ou l'alcalinité du mélange pour que la vitesse de la saccharification y atteigne sa valeur maxima.

Cette vitesse, dans les conditions ordinaires, est très variable, à ce point qu'une saccharification de fécule étant terminée en 30 à 45 minutes, celle de l'amidon de riz du commerce, toutes choses égales d'ailleurs, est encore incomplète après trois jours.

C'est en recherchant la cause de ces irrégularités que nous avons été conduits à examiner de plus près l'influence qu'exerce la réaction du milieu sur l'activité de l'amylase.

La raison pour laquelle cette influence est encore mal définie tient à ce que la plupart des auteurs qui se sont occupés de cette question ont employé comme indicateur la phtaléine du phénol, réactif beaucoup trop sensible en pareille circonstance, puisqu'il ne permet pas de distinguer les corps inertes, comme l'acide carbonique, de ceux qui, comme les acides puissants, sont capables à eux seuls d'hydrolyser l'amidon.

L'emploi de l'hélianthine s'impose ici, comme toutes les fois qu'il s'agit de mesurer une alcalinité ou une acidité forte; en fait il nous a conduits à des résultats nouveaux, d'une netteté remarquable et surtout des plus inattendus.

I. Tous les amidons et tous les extraits de malt que nous avons eus jusqu'à présent entre les mains possèdent une réaction alcaline, variable, pour 1^{g} d'amidon gélifié dans 50^{cm^3} d'eau pure, depuis 2 gouttes (blé, maïs, pois) jusqu'à 30 gouttes (riz commercial) d'acide sulfurique décinormal. Ces quantités correspondent respectivement à $9^{mg},8$ et 147^{mg} de SO^4H^2 par litre d'empois à 2 pour 100.

L'alcalinité de l'amidon est en grande partie due à la chaux qu'il absorbe pendant sa préparation; pour l'amidon de riz, dont nous venons de parler, elle a pu être réduite à une goutte d'acide décime par gramme, à la suite d'une simple digestion dans l'acide chlorhydrique dilué (1 pour 100 de HCl). A l'état normal, cet amidon renfermait 0,96 pour 100 de matières minérales; après *décalcification* il n'en contenait plus qu'une trace indosable, mais en a repris 0,1 pour 100 par immersion dans l'eau ordinaire. Cet amidon *recalcifié* présentait alors une alcalinité équivalente à 5 gouttes d'acide décinormal par gramme.

En général, les empois neutralisés *exactement* par l'acide sulfurique se saccharifient mieux que les empois normaux, mais on est encore loin de l'optimum, ainsi que l'on peut s'en convaincre en augmentant avec précaution la dose d'acide ajouté : la vitesse de saccharification s'accroît alors rapidement, pour diminuer bientôt, lorsqu'on s'approche du moment où le mélange empois + malt devient exactement neutre à l'hélianthine. Dès que ce mélange présente une réaction acide, la saccharification s'arrête : un premier point acquis est donc que celle-ci ne peut s'accomplir qu'en milieu franchement *alcalin*.

Il est facile, par un petit nombre de tâtonnements, de déterminer le point où la vitesse de saccharification atteint sa valeur maxima; le Tableau suivant résume les essais que nous avons poursuivis dans cette voie sur différentes espèces d'amidons, en nous aidant de l'iode pour reconnaître l'état d'avancement de la réaction.

Chaque expérience a porté sur 50^{cm^3} d'empois à 2 pour 100 d'amidon, additionnés de 10^{cm^3} d'extrait de malt à 10 pour 100 et saccharifiés vers 50°, dans un bain d'eau maintenu à température constante; l'alcalinité du malt seul correspondait exactement à 6 gouttes d'acide décinormal pour 10^{cm^3},

soit $0^{cm^3},3$. Les lettres font connaître la coloration fournie par l'iode dans chaque échantillon au bout du temps indiqué.

		Fécule.	Manioc.	Pois.	Maïs.	Blé.
Cendres pour 100..........		0,36	0,20	0,06	0,08	0,12
Alcalinité pour 1^g..........		3 gouttes	3 gouttes	2 gouttes	2 gouttes	2 gouttes
Durée de l'expérience.......		20 min.	20 min.	20 min.	1 h. 15 m.	2 h. 30 m.
Acide $\frac{N}{10}$ ajouté, en gouttes de $0^{cm^3},05$	0...	R	JR	JR	R	R
	3...	RJ	JR	J	J	J
	5...	JR	J	J	RJ	J
	7...	J	JR	JR	R	R
	9...	JR	R	R	V	RV
	11...	RJ	RV	RV	VB	VB
Dose d'acide la plus favorable.		7 gouttes	5 gouttes	4 gouttes	3 gouttes	4 gouttes

		Riz commercial.
Cendres pour 100..........		0,96
Alcalinité pour 1^g..........		30 g.
Durée de l'expérience.......		45 min.
Acide $\frac{N}{10}$ ajouté, en gouttes de $0^{cm^3},05$	28...	RV
	30...	R
	32...	JR
	34...	J
	36...	JR
	38...	R
Dose d'acide la plus favorable.		34 g.

		Riz décalcifié.	Riz recalcifié.
Cendres pour 100		0,00	0,10
Alcalinité pour 1^g		1 g.	5 g.
Durée de l'expérience		20 min.	20 min.
Acide $\frac{N}{10}$ ajouté, en gouttes de $0^{cm^3},05$	0...	R	B
	3...	J	R
	5...	R	JR
	7...	RV	J
	9...	V	R
	11...	VB	V
Dose d'acide la plus favorable		3 g.	7 g.

Si l'on fait la somme de tous ces nombres, on trouve que la quantité d'acide nécessaire pour obtenir le plus rapidement possible la teinte jaune limite a été de 67 gouttes, alors que la neutralisation exacte des huit échantillons d'empois n'en exigeait que 48. La différence 19 représente les 0,39 de la quantité d'acide saturant les 80^{cm^3} d'extrait de malt employé; on peut donc dire que, *pour avoir une saccharification rapide, il faut d'abord saturer l'empois, puis ajouter au malt une quantité d'acide sulfurique égale au $\frac{1}{3}$ ou aux $\frac{2}{5}$ de celle qui pourrait le neutraliser complètement*. Cette conclusion est d'accord avec les résultats obtenus dans chacun des cas particuliers dont nous venons de donner le détail.

L'expérience conduite suivant ces prescriptions sur des empois d'amidon de riz à 1, 2 ou 3 pour 100 nous a permis de faire en moins d'une heure

des saccharifications qui, autrement, auraient exigé plusieurs jours. Ajoutons que l'acide sulfurique peut être, sans inconvénient, remplacé par de l'acide chlorhydrique, mais non par de l'acide acétique, dont la réaction sur l'hélianthine n'est pas suffisamment nette pour donner lieu à des mesures précises.

Ces résultats montrent qu'on arrive ainsi à produire une surexcitation manifeste de l'activité diastasique; ceux qu'il nous reste à exposer vont nous apprendre que cette hyperactivité ne se traduit pas seulement par un accroissement de vitesse de la saccharification, mais qu'elle a aussi pour effet de modifier profondément son processus chimique.

II. O'Sullivan, puis Brown et Morris, ont fait voir que la proportion de maltose qui se forme dans l'action du malt sur l'empois dépend, entre certaines limites de température, de l'énergie de la diastase, ou plutôt de la dextrinase qui s'y trouve. Jusque vers 60° cette proportion reste à peu près constante et voisine de 80 pour 100, ainsi que nous avons eu maintes fois l'occasion de le vérifier nous-mêmes, lorsque l'empois et le malt sont pris à l'état normal. Mais, ainsi que nous venons de le montrer, l'énergie de ces diastases est encore accrue par une légère addition d'acide; il était, par suite, à prévoir que la proportion de maltose devait en être affectée dans le même sens.

L'expérience montre qu'en effet elle augmente considérablement.

Si l'on répète avec un extrait de malt *activé*, c'est-à-dire mis en présence de la quantité d'acide sulfurique reconnue nécessaire pour obtenir la vitesse de saccharification maxima, les expériences qui ont permis à l'un de nous de déterminer la valeur du rapport $\frac{M}{A}$ pour les principales variétés d'amidons naturels, on arrive aux résultats suivants que, pour faciliter la comparaison, nous mettons en regard de ceux qu'on obtient, à la même température et pour la même concentration, avec des empois et des extraits de malt normaux. La marche suivie dans ces essais a été d'ailleurs exactement la même que celle qui a été décrite dans une de nos précédentes Communications ([1]).

	Maltose formé pour 100 d'amidon sec.		Amidon maltosifié pour 100 d'amidon dissous.	
	Malt ordin.	Malt activé.	Malt ordin.	Malt activé.
Fécule.........	82,8	96,8	78,5	91,7
Riz............	83,8	93,0	79,4	88,1

([1]) Eug. Roux, *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 95.

	Maltose formé pour 100 d'amidon sec.		Amidon maltosifié pour 100 d'amidon dissous.	
	Malt ordin.	Malt activé.	Malt ordin.	Malt activé.
Maïs..........	86,0	94,0	81,5	89,1
Manioc........	79,1	97,3	75,0	92,2
Blé...........	87,1	90,4	82,5	85,7
Pois..........	82,9	96,6	78,6	91,5

Partout, et surtout quand la réaction s'accomplit rapidement, la quantité de sucre formé est plus grande avec la diastase activée qu'avec la diastase normale, tellement que, dans le cas du manioc, la saccharification a pu atteindre les 0,922 de la matière mise en œuvre.

Un pareil accroissement des produits réducteurs ne peut s'expliquer que par les trois hypothèses suivantes : ou bien l'amidon renferme plus de 80 pour 100 d'amylose, ou bien les substances qui accompagnent celle-ci (amylopectine et autres) sont transformables comme elle en maltose lorsque la diastase possède son maximum d'énergie, ou, enfin, le maltose qui se forme d'abord est hydrolysé à son tour par quelque diastase parasite (maltase?) dont la présence resterait masquée dans l'extrait de malt ordinaire.

L'absence complète de glucose dans les produits obtenus prouve que cette dernière manière de voir n'est pas exacte. Le sucre qui se forme paraît être, d'après l'aspect de ses cristaux et ceux de son osazone, uniquement constitué par du maltose, identique à celui que l'on retire d'un empois saccharifié quelconque; le phénomène qui se passe ici est donc du même ordre que celui qui s'observe lorsqu'on compare deux saccharifications faites, la première à 70°, la seconde à 60°, par exemple, d'où il suit qu'ils doivent l'un et l'autre résulter d'une même cause primordiale : un accroissement d'activité de la diastase. C'est ainsi que nous sommes amenés à admettre la première hypothèse, comme paraissant la plus vraisemblable, la plus simple et la plus conforme aux faits observés; elle vient notamment confirmer, de la façon la plus heureuse, le principe de la pluralité des amyloses sur lequel nous avons déjà insisté à plusieurs reprises.

En dehors des applications que ce nouveau mode opératoire, en augmentant notablement la production du sucre, peut trouver dans les industries qui ont pour base la saccharification de l'amidon, les résultats que nous venons d'exposer entraînent des conséquences fort importantes en ce qui concerne la constitution de l'amidon naturel. Nous avions déjà démontré que, loin d'être une impureté, comme on le croyait avant nous, l'amylose

constitue la partie essentielle de la matière amylacée et nous en avions évalué la proportion à 80-82 pour 100, en nous fondant sur les données universellement admises. Nos dernières recherches nous conduisent à élever cette proportion jusqu'à 90 et même 92 pour 100, chiffres qui se rapprochent de ceux que donne l'amidon artificiel ou amylose purifiée.

De pareilles variations dans le taux du sucre formé condamnent évidemment tous les procédés de dosage de l'amidon qui reposent sur la détermination du maltose contenu dans ses produits de saccharification diastatique.

Ces mêmes variations s'observent avec toutes les variétés d'amidon, ce qui confirme les conclusions de notre dernière Note, relatives à l'unité naturelle de cette substance (Roux, *loc. cit.*); il résulte enfin de là que l'amylopectine ou mucilage de l'empois ne s'y rencontre qu'en quantité relativement faible, à moins pourtant que cette amylopectine ne soit elle-même une combinaison complexe renfermant de l'amylose, que la diastase arrive à dédoubler quand elle est devenue suffisamment active.

L'existence de ce corps gélatineux reste établie par le fait expérimental que la potasse ne dissout qu'en partie l'amidon naturel, alors qu'elle dissout en totalité l'amylose pure; nos conclusions antérieures sur la constitution de l'empois ne sont donc aucunement infirmées par ces nouveaux résultats, dont l'intérêt est surtout d'ordre quantitatif.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observations au sujet du composant* $\cdot\dot{\underset{\cdot}{C}}(OH)$ *des alcools tertiaires*. Note de M. **Louis Henry**.

I, La fonction *alcool* réside, dans son expression la plus simple, dans le composant $\cdot\dot{\underset{\cdot}{C}}(OH)$ des alcools tertiaires et notamment du *triméthylcarbinol* $(H^3C)^3\cdot C(OH)$, le type parfait de cette classe de composés.

Ces alcools sont assimilables aux alcalis caustiques $\dot{R}\cdot OH$ et, à ce titre, peuvent servir aussi de trait d'union entre la Chimie minérale et la Chimie organique.

Pour justifier ce rapprochement et caractériser *fonctionnellement* les alcools tertiaires, deux corps sont particulièrement à signaler, l'*acide chlorhydrique* HCl et le *chlorure d'acétyle* $(H^3C - CO)Cl$.

L'action salifiante de l'acide HCl sur un alcali libre est rapide jusqu'à être instantanée et complète. Avec le chlorure d'acétyle, un alcali fournit un chlorure et de l'acide acétique.

Il en est de même du triméthylcarbinol $(H^3C)^3 - C(OH)$ que je pren-

drai comme exemple d'alcool tertiaire. On sait avec quelle rapide intensité il s'éthérifie par l'acide HCl gazeux, dès la température ordinaire. Introduit dans l'acide HCl aq. fumant ([1]), il s'y dissout d'abord pour s'en séparer peu après à l'état d'éther chlorhydrique $(H^3C)^3 \cdot CCl$ constituant une couche liquide surnageante. Avec le chlorure d'acétyle, le triméthyl-carbinol se transforme, comme l'on sait, en éther chlorhydrique, avec formation d'acide acétique libre.

S'il le fallait, on pourrait trouver une nouvelle analogie entre les alcalis caustiques et les alcools tertiaires dans l'action des métaux alcalins; la difficulté extrême qu'il y a à faire le triméthyl-carbinol sodé, par l'action directe du sodium libre, rappelle bien l'inertie absolue de ce métal sur son hydroxyde Na·OH, la soude caustique.

II. La présence d'éléments ou radicaux étrangers fixés sur le carbone du composant $\cdot\dot{C}(OH)$ modifie profondément la nature *fonctionnelle* de l'hydroxyle — OH « alcool ».

J'ai spécialement en vue, en ce moment, la présence de l'hydrogène. On peut en fixer *un*, *deux* et jusqu'à *trois* atomes pour constituer les systèmes $H\dot{C} \cdot (OH)$, $H^2C \cdot (OH)$ dans les composés polycarbonés, respectivement alcools *secondaire* et *primaire*, et la molécule $H^3C \cdot (OH)$, dans les composés monocarbonés, l'*alcool méthylique* lui-même.

La présence de l'hydrogène dans le voisinage immédiat de l'*hydroxyle* rapproche fonctionnellement celui-ci de l'état dans lequel il se trouve dans l'eau elle-même H·OH et c'est à l'*eau* plutôt qu'aux alcalis caustiques qu'il faut rattacher prochainement l'alcool méthylique $H^3C \cdot OH$ ainsi que ses dérivés mono- et bi-substitués, les *alcools primaires* et *secondaires*.

L'acide chlorhydrique HCl s'y fixe en effet, comme il se fixe sur l'eau ([2]) et ce n'est que sous l'effort de la chaleur, d'une chaleur plus ou moins intense et plus ou moins prolongée, que se produit l'*éthérification chlorhydrique*.

Avec le chlorure d'acétyle ([3]), ces alcools réagissent vivement, dégagent du gaz acide HCl et se transforment en *éthers acétiques*, la réaction est assez

---

([1]) A 40 pour 100 environ.

([2]) On connaît des hydrates cristallins répondant aux formules $HCl, 2H^2O$ et $HBr, 2H^2O$. Il est bien remarquable que l'acide bromhydrique forme avec la molécule des glycols éthylénique et triméthylénique des combinaisons cristallines répondant à ce type, 1^{mol} de glycol équivalant à 2^{mol} d'eau (W. Mokiewsky).

([3]) Et en général avec les chlorures négatifs — CO·Cl.

nette pour constituer une méthode de préparation fort expéditive de cette classe d'éthers.

III. On sait combien sont modifiées les aptitudes réactionnelles des alcools primaires et des alcools secondaires par le voisinage de composants carbonés renfermant des éléments négatifs. L'acide et l'anhydride acétiques qui ont servi à mesurer l'intensité de cette modification ne sont pas susceptibles de nous renseigner sur cet objet, quant aux alcools tertiaires, à cause de l'instabilité relative de ceux-ci, dans les conditions de température où se réalisent ces réactions. Et cependant le composant $\cdot\dot{\underset{\cdot}{C}}(OH)$ est aussi affecté, et parfois puissamment, dans sa manière d'agir, par ce voisinage.

Je ne m'occuperai ici de cette question qu'en ce qui concerne le chlore, l'azote et l'oxygène.

a. Voisinage des composants chlorés : $\cdot CH^2Cl$, $HCCl^2$, $H\dot{\underset{\cdot}{C}}Cl$, $\cdot CCl^3$, etc. — En général, le voisinage immédiat d'un composant chloré déprime l'aptitude à l'éthérification chlorhydrique directe du composant $\cdot\dot{\underset{\cdot}{C}}(OH)$, alcool tertiaire. Cette influence est d'autant plus puissante qu'elle s'exerce par un nombre d'atomes de chlore plus considérable.

On s'assure de la vérité de ces propositions en comparant l'action de l'acide chlorhydrique fumant sur le triméthyl-carbinol $(H^3C)\cdot C(OH)$ intact avec celle qu'en subissent ses trois dérivés chlorés (¹) :

$H^3C\ CH^3$	$H^3C\ CH^3$	$H^3C\ CH^3$
$C(OH)$	$C(OH)$	$C(OH)$
CH^2Cl	$CHCl^2$	CCl^3
Éb. 128°-129°	Éb. 151°	Éb. 167°

L'acide HCl aq. fumant dissout encore d'une manière permanente le dérivé monochloré; mais, pour en déterminer l'éthérification chlorhydrique, il faut un certain degré d'échauffement, en dessous de 100°; la dichlorhydrine isobutylénique formée $(H^3C)^2\cdot CCl - CH^2Cl$, éb. 108°-109°, apparaît sous forme d'une couche soluble surnageante (²).

(¹) Ces trois dérivés chlorés s'obtiennent tout aussi aisément, par la réaction de Grignard, à l'aide des dérivés chlorés, mono, bi et tri de l'éther acétique, qu'à l'aide des dérivés chlorés correspondants de l'acétone biméthylique. Je n'ai pas eu à ma disposition jusqu'ici de l'acétone trichlorée $CCl^3 - CO.CH^3$; c'est la seule que je n'aie pas pu mettre en réaction.

(²) On sait quelle résistance puissante offrent à l'éthérification chlorhydrique di-

Quant aux triméthyl-carbinols bichloré $HCCl^2$ et trichloré $\dot{C}Cl^3$, ils ne sont plus directement éthérifiables par l'acide chlorhydrique; ils se séparent de l'acide HCl aq. tout chargés de cet acide.

La répartition de deux atomes de chlore sur deux groupements *méthyle*, voisins de $\cdot\dot{C}(OH)$, détermine dans la manière d'agir de cet hydroxyle la même modification que le composant unique bichloré $CHCl^2$. Sont dans le cas les dichlorhydrines glycériques méthylée et éthylée (¹) :

$$\begin{matrix} ClCH^3 \\ ClCH^2 \end{matrix}\Big\rangle C(OH)-CH^3 \ldots\ldots \quad \text{Éb. } 174^\circ\text{-}175^\circ$$

$$\begin{matrix} ClCH^2 \\ ClCH^3 \end{matrix}\Big\rangle C(OH)-CH^2-CH^3 \ldots\ldots \quad \text{Éb. } 189^\circ$$

L'acide chlorhydrique fumant dissout encore temporairement les dichlorhydrines, mais elles s'en échappent sous forme d'un liquide huileux, insoluble et plus dense que l'eau.

Il existe, comme je l'ai indiqué plus haut, une sorte d'antagonisme entre l'action de HCl et celle du chlorure d'acétyle. C'est ainsi que, soumises à l'action du chlorure d'acétyle, les dichlorhydrines glycériques méthylée et éthylée sont transformées en leurs acétates, de même que les alcools pseudobutyliques bi et trichlorés

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\Big\rangle C(OH)CHCl^2 \quad \text{et} \quad \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\Big\rangle C(OH)\cdot CCl^3.$$

Ainsi ont été obtenus les acétates suivants :

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\Big\rangle C(O\cdot Ac)-CHCl^2\ (^2) \ldots\ldots \quad \text{Éb. } 174^\circ\text{-}175^\circ$$

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\Big\rangle C(O\cdot Ac)-CCl^3 \ldots\ldots \quad \text{Éb. } 191^\circ\ (^3)$$

$$\begin{matrix} ClCH^2 \\ ClCH^2 \end{matrix}\Big\rangle C(O\cdot Ac)\cdot CH^2-CH^3 \ldots\ldots \quad \text{Éb. } 210^\circ$$

---

recte les composants $H^2\dot{C}(OH)$ et $\dot{C}H(OH)$ du glycol éthylénique et du glycol propylénique en présence de $H^2Cl.Cl$ dans les monochlorhydrines de ces deux glycols. Cette différence met bien en lumière combien un hydroxyle ·OH alcool *tertiaire* diffère d'un hydroxyle alcool *primaire* et alcool secondaire.

(¹) Ces corps résultent de la réaction de $CH^3\cdot Mg\cdot Br$ ou $C^2H^5\cdot Mg\cdot Br$ sur l'acétone bichlorée symétrique $ClCH^2-CO-CH^2Cl$.

(²) $Ac = CH^3-CO$.

(³) Willgerodt.

Mais cette influence modificatrice ne s'exerce que dans un rayon d'une étendue fort restreinte, du moins en ce qui concerne le composant CH^2Cl, le seul que j'aie pu apprécier expérimentalement sous ce rapport. L'intercalation dans le complexe $> C(OH) - CH^2Cl$ d'un seul atome de carbone qui en écarte les deux composants suffit déjà pour la faire disparaître, sinon totalement, tout au moins en grande partie. C'est ce que montre d'une manière intéressante la monochlorhydrine en C^5 de formule

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!>C(OH) - CH^2 - CH^2Cl \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{Éb. } 166^\circ$$

qui provient, par la réaction de Grignard, des éthers de l'*acide β-chloropropionique* $ClCH^2 \cdot CH^2 \cdot CO(OH)$. Dissoute dans l'acide HCl aq. fumant, elle s'en sépare après peu d'instants, subissant déjà à froid l'éthérification chlorhydrique, alors que son isomère, le dérivé continu

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!>C(OH) \cdot CHCl \cdot CH^3,$$

qui provient de l'acide α-chloropropionique $H^3C \cdot CHCl \cdot CO(OH)$, nécessite, pour s'éthérifier, une chaleur d'environ 60°.

La chlorhydrine discontinue en C^6,

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!>C(OH) - CH^2 - CH^2 \cdot CH^2Cl \ (^1),$$

qui provient de l'acide butyrique normal γ chloré $ClCH^2 \cdot (CH^2)^2 \cdot CO(OH)$ et où les deux composants $\cdot \dot{C}(OH)$ et $H^2\dot{C}Cl$ sont séparés par deux atomes de carbone, subit l'action éthérifiante de HCl aq. fumant plus facilement encore que son homologue en C^5.

IV. Le composant *nitrilique* ·CN est l'équivalent du composant *chloroformique* $\cdot CCl^3$. Aussi les nitriles-alcools tertiaires renfermant le système double $NC - C(OH) <$ sont-ils aussi insensibles, quant au composant alcool $- C(OH) <$, à l'action de l'acide chlorhydrique fumant qui affecte exclusivement le composant ·CN et, en présence du chlorure d'acétyle, ils se transforment, en dégageant du gaz HCl, en acétates, composés distillables comme tels alors que leurs correspondants alcools ne le sont nulle-

---

(1) Cette chlorhydrine n'est pas distillable; chauffée, elle se transforme principalement en $\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!>C = CH - CH^2 - CH^2Cl$. Éb. 135°.

ment. Voici les composés de cette espèce signalés dans mon Mémoire *Sur les nitriles-alcools* (1).

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!>\!C(O\cdot Ac)-CN\ (^2)\ldots\ldots\ldots\ldots\quad \text{Éb. } 180^\circ\text{-}182^\circ$$

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C-CH^2 \end{matrix}\!\!>\!C(O\cdot Ac)-CN\ldots\ldots\ldots\ldots\quad \text{Éb. } 195^\circ$$

$$\begin{matrix} H^3C\cdot CH^2 \\ H^3C\cdot CH^2 \end{matrix}\!\!>\!C(O\cdot Ac)-CN\ldots\ldots\ldots\ldots\quad \text{Éb. } 212^\circ$$

$$\begin{matrix} & H^3C \\ \begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!>\!CH & \end{matrix}\!\!>\!C(O\cdot Ac)-CN\ldots\ldots\ldots\ldots\quad \text{Éb. } 212^\circ$$

Aucun nitrile-alcool tertiaire discontinu $NC-(C)^n-C(OH)<$ n'est connu aujourd'hui.

V. J'arrive à l'influence modificatrice de l'oxygène.

Le cas le plus simple à considérer serait celui des alcools tertiaires acétoniques renfermant le complexe

$$>C(OH)-CO- \quad \text{et} \quad >C(OH)-(C)^n-CO-.$$

Je crois qu'il n'existe en ce moment aucun composé de cette nature, mais on en possède renfermant d'autres systèmes, analogues en une certaine manière, susceptibles de démontrer la puissante influence des composants oxygénés sur les qualités fonctionnelles du composant alcool tertiaire $\cdot\dot{C}(OH)$ voisin. Ce sont les éthers des acides alcools tertiaires continus, correspondant aux nitriles-alcools $NC-C(OH)<$ qui résultent de l'addition de HCN aux cétones. Comme leurs nitriles $NC-C(OH)<$, ces éthers $(C^nH^{2n+1}O)CO-C(OH)<$ sont inertes, dans les conditions ordinaires vis-à-vis de l'acide HCl aq. fumant, du moins quant au composant $\cdot\dot{C}(OH)$ et, en présence du chlorure d'acétyle, ils se transforment laborieusement en *acétates* $(C^nH^{2n+1}O)CO-C(O\cdot Ac)<$ avec dégagement de gaz HCl.

L'exemple le plus intéressant et en même temps le plus ancien de ce fait nous est fourni par l'acide citrique dont l'éther triéthylique est transformé par le chlorure d'acétyle en son acétate

$$(Ac\cdot O)C\begin{cases} CH^2-CO(OC^2H^5) \\ CO(OC^2H^5) \\ CH^2-CO(OC^2H^5) \end{cases} \quad (^3).$$

(1) Tome LVII des *Mémoires in-8° de l'Académie royale de Bruxelles.*

(2) $Ac = CO\cdot CH^3$.

(3) Wislicenus en 1864.

Le diéthylglycolate d'éthyle $\begin{matrix} CH^3 \cdot CH^2 \\ CH^3 \cdot CH^2 \end{matrix} \Big\rangle C(OH) - CO(OC^2H^5)$ se comporte de la même manière, alors que l'alcool tertiaire simple, le *diéthylméthylcarbinol* $\begin{matrix} CH^3 \cdot CH^2 \\ CH^3 \cdot CH^2 \end{matrix} \Big\rangle C(OH) - CH^3$, qui correspond à ces deux composés, fournit avec le même réactif son éther chlorhydrique

$$\begin{matrix} CH^3 \cdot CH^2 \\ CH^3 \cdot CH^2 \end{matrix} \Big\rangle CCl - CH^3$$

(Éb. 119°) et de l'acide acétique.

On est autorisé à admettre que le rayon d'influence du composant carboxyle OC — OH est restreint au voisinage immédiat du composant alcool $\cdot\dot{\underset{\cdot}{C}}(OH)$. On sait en effet que l'acide *triméthyl-éthylène-lactique*

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix} \Big\rangle C(OH) - CH \Big\langle \begin{matrix} CH^3 \\ CO(OH) \end{matrix}$$

s'éthérifie déjà à froid par l'acide bromhydrique HBr en formant l'acide *bromodiméthylbutyrique* $\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix} \Big\rangle CBr - CH \Big\langle \begin{matrix} CH^3 \\ CO(OH) \end{matrix}$ (1).

Ce sont ensuite les acides eux-mêmes, dans leur composant caractéristique le *carboxyle* $\cdot C \Big\langle \begin{matrix} O \\ OH \end{matrix}$. J'ai surtout en vue en ce moment le plus simple d'entre eux parmi les polycarbonés, à savoir l'*acide acétique* $H^3C - C \Big\langle \begin{matrix} O \\ OH \end{matrix}$. Ici l'influence du voisinage si prochain de l'oxygène sur l'hydroxyle ·OH est assez puissante pour en changer le signe fonctionnel et de cet hydroxyle « alcool » faire de l'hydroxyle « acide ».

A l'instar des alcools primaires et notamment de son correspondant, l'alcool éthylique $H^3C - CH^2(OH)$, l'acide acétique réagit intensément avec le sodium; il s'ajoute aux hydracides halogénés HCl, HBr qui s'y dissolvent et qui l'éthérifient, c'est-à-dire le transforment en son chlorure $CH^3 - COCl$, etc., en présence d'un agent susceptible d'absorber l'eau, tel que P^2O^5; enfin, avec le chlorure d'acétyle, il dégage, comme l'alcool lui-même, de l'acide HCl gazeux et se convertit en son éther acétique, c'est-à-dire en *anhydride acétique* $H^3C - C \Big\langle \begin{matrix} O \\ (O \cdot Ac) \end{matrix}$.

On le voit, le parallèle est complet.

---

(1) Voir Beilstein, *Supplément*, t. I, p. 228.

VI. On a qualifié autrefois les alcools tertiaires de « pseudo-alcools », c'est-à-dire de faux alcools. Si sous le nom d'« alcools » il faut entendre les bases hydroxylées formées par le carbone, on peut se demander si ces pseudo-alcools ne sont pas les véritables alcools, puisque seuls ils sont fonctionnellement analogues et équivalents aux alcalis caustiques R.OH, les bases « par excellence » de la Chimie minérale. Cela étant, ne sont-ce pas les alcools tertiaires, dans leur représentant le plus simple, le triméthylcarbinol $(H^3C)^3 \cdot C(OH)$, qui méritent de porter le titre d'alcools « par excellence », selon le langage d'Hofmann, avec plus de droits que l'alcool méthylique $H^3C — OH$, l'alcool éthylique $H^3C — CH^2(OH)$, etc.?

Si l'on tient compte des faits que je viens de relater et sur lesquels j'attire l'attention des chimistes, on peut se demander aussi si l'acide acétique et son anhydride sont vraiment les réactifs les mieux appropriés et par conséquent les réactifs à choisir pour apprécier, déterminer et préciser l'intensité du caractère « alcool » dans la classe si importante des nombreux composés qui portent ce nom.

S. A. S. le Prince **de Monaco** fait hommage à l'Académie du Fascicule XXXI des *Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht*, par Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction, avec le concours de M. Jules Richard.

Ce fascicule a pour titre : *Description des encéphales de* Grampus griseus *Cuv., de* Steno frontatus *Cuv., et de* Globicephalus melas *Traill,* provenant des campagnes du yacht *Princesse-Alice,* par Auguste Petit.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Les deux premiers fascicules des *Annales de Paléontologie,* publiées sous la direction de Marcellin Boule. (Présenté par M. A. Gaudry.)

MM. **A. Lieben** et **A. Binet du Jassonneix** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales infiniment voisines des équations aux dérivées partielles.* Note de M. E. GOURSAT.

1. Quand on cherche à étendre aux équations aux dérivées partielles les théorèmes établis par M. Poincaré pour les équations différentielles ordinaires (*Les méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*, t. I, Chap. II), on est arrêté tout d'abord par des difficultés tenant à ce que les coefficients des séries que l'on veut obtenir sont déterminés par des équations linéaires aux dérivées partielles et non par des équations différentielles linéaires à une seule variable indépendante. Mais les plus grosses difficultés disparaissent si les intégrales supposées connues, qui correspondent à des valeurs nulles des paramètres, sont rapportées à leurs lignes *caractéristiques*. En supposant remplie cette condition, on obtient des propositions analogues aux théorèmes de M. Poincaré, que j'énoncerai en me bornant d'abord aux fonctions analytiques.

2. Soit

$$(1) \qquad \frac{\partial z}{\partial x} = F(x, y_1, y_2, \ldots, y_n, z, q_1, q_2, \ldots, q_n, \lambda), \qquad q_i = \frac{\partial z}{\partial y_i}$$

une équation aux dérivées partielles où $x, y_1, y_2, \ldots, y_n$ sont des variables indépendantes et λ un paramètre variable. On suppose que le second membre de cette équation peut être développé en série entière, ordonnée suivant les puissances de $z, q_1, q_2, \ldots, q_n, \lambda$, dont les coefficients sont des fonctions holomorphes des variables $x, y_1, y_2, \ldots, y_n$, lorsque ces variables décrivent respectivement dans leurs plans des domaines connexes D_x, $D_{y_1}, \ldots, D_{y_n}$; de plus cette série est convergente, quelles que soient les valeurs de $x, y_1, y_2, \ldots, y_n$ dans ces domaines, pourvu que les modules de $z, q_1, q_2, \ldots, q_n, \lambda$ ne dépassent pas un nombre positif η; elle ne renferme aucun terme indépendant de $z, q_1, q_2, \ldots, q_n, \lambda$, et les termes du premier degré ne renferment que z et λ. On peut alors se proposer de développer suivant les puissances de λ l'intégrale de l'équation (1) qui s'annule pour $x = 0$, quelles que soient les valeurs de $y_1, y_2, \ldots, y_n, \lambda$, et l'on trouve une série

$$(2) \qquad z = \varphi_1\lambda + \varphi_2\lambda^2 + \ldots + \varphi_n\lambda^n + \ldots,$$

satisfaisant formellement à l'équation (1), et dont tous les coefficients sont

des fonctions holomorphes des variables $x, y_1, y_2, \ldots, y_n$, dans les domaines considérés, pourvu que D_x soit *simplement connexe*. La convergence de ce développement résulte de la proposition suivante :

A tout système de domaines $D'_x, D'_{y_1}, \ldots, D'_{y_n}$, intérieurs respectivement aux domaines $D_x, D_{y_1}, \ldots, D_{y_n}$, on peut faire correspondre un nombre positif η tel que l'intégrale en question soit une fonction holomorphe des variables x, $y_1, y_2, \ldots, y_n, \lambda$, lorsque les variables $x, y_1, y_2, \ldots, y_n$ décrivent respectivement les domaines $D'_x, D'_{y_1}, \ldots, D'_{y_n}$, pourvu que le module de λ reste inférieur à η.

Le théorème s'étend aussi aux systèmes d'équations simultanées du premier ordre et, au lieu d'un seul paramètre, on pourrait en supposer un nombre quelconque.

3. Considérons encore une équation aux dérivées partielles du second ordre

$$s = F(x, y, z, p, q, r, t, \lambda) \tag{3}$$

à deux variables indépendantes, dont le second membre peut être développé en série entière ordonnée suivant les puissances de z, p, q, r, t, λ, dont les coefficients sont des fonctions holomorphes des deux variables x et y lorsque ces variables décrivent respectivement dans leurs plans des domaines simplement connexes D_x et D_y. Cette série est convergente, quelles que soient les valeurs de x et de y dans ces deux domaines, pourvu que les modules de z, p, q, r, t, λ ne dépassent pas certaines limites, et elle ne renferme aucun terme indépendant ni aucun terme du premier degré en r et t, de façon que les droites $x = C$, $y = C'$ forment les deux systèmes de caractéristiques de l'intégrale particulière $z = 0$, qui correspond à la valeur $\lambda = 0$ du paramètre. Dans ces conditions, on peut se proposer de développer suivant les puissances de λ l'intégrale de l'équation (3) qui se réduit à zéro pour $x = 0$, quels que soient y et λ, et qui est nulle aussi pour $y = 0$, quels que soient x et λ; on obtient un développement qui satisfait formellement à l'équation (3) et dont tous les coefficients sont des fonctions holomorphes de x et de y, lorsque ces variables décrivent respectivement les domaines D_x, D_y. La convergence de ce développement résulte encore de la proposition suivante :

Soient D'_x et D'_y deux domaines intérieurs respectivement à D_x et à D_y; on peut leur faire correspondre un nombre positif η tel que l'intégrale précédente soit une fonction holomorphe de x, y, λ, lorsque les variables x et y décrivent respectivement les domaines D_x, D_y, pourvu que $|\lambda|$ soit inferieur à η.

La démonstration de ces théorèmes et d'autres plus généraux sera développée dans un Mémoire plus étendu.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur une famille de réseaux conjugués à une même congruence.* Note de M. E. MERLIN.

Considérons, dans l'espace à n dimensions, deux réseaux tels que, aux points correspondants A et B, les tangentes aux courbes correspondantes se coupent en deux points variables P et Q. On peut choisir les coordonnées homogènes x_i et y_i de A et B, de manière que l'on ait (¹)

$$(1) \qquad \frac{\partial y_i}{\partial u} = h\frac{\partial x_i}{\partial u}, \qquad \frac{\partial y_i}{\partial v} = l\frac{\partial x_i}{\partial v} \qquad (i = 1, \ldots, n+1).$$

Il existe une ∞^1 de réseaux conjugués à la congruence des droites A et B et tels que, en un des points $C(z_i)$ d'intersection avec AB, le plan tangent à l'un quelconque des réseaux passe par PQ. On a en effet

$$z_i = y_i + \lambda x_i, \qquad \lambda = \text{constante}.$$

Nous nous sommes proposé de chercher combien, parmi les réseaux de la famille considérée, il peut y en avoir à invariants égaux. Nous ne parlerons pas des cas évidents où les droites AB sont concourantes, ou engendrent une congruence dont les deux nappes focales se réduisent à des lignes.

A. — Le lieu des arêtes de rebroussement des développables $u =$ const., par exemple, se réduit seul à une ligne. Trois cas peuvent seulement se présenter :

1° *Tous les réseaux sont à invariants égaux.* — Ils sont formés par des courbes de contact de cônes ou de cylindres circonscrits.

2° *Le réseau* (A), *par exemple, est seul à invariants égaux.* — (A) est formé de courbes de contact de cônes ou de cylindres circonscrits. Sur les autres réseaux, les lignes $u =$ const. sont des courbes de contact de cônes ou de cylindres circonscrits et, le long des lignes $v =$ const., les plans osculateurs aux lignes $u =$ const. passent par un point fixe.

3° *Aucun réseau n'est à invariants égaux.*

B. — Aucune nappe focale ne se réduit à une ligne. *En général, les fa-*

(¹) Voir G. DARBOUX, *Leçons sur la théorie générale des surfaces*, t. II, p. 228.

milles considérées ne possèdent pas de réseaux à invariants égaux. Elles peuvent toutefois en posséder un, deux, trois, quatre ou cinq. S'il en existe cinq, tous les réseaux de la famille sont à invariants égaux.

Indiquons les résultats que nous avons obtenus quand un ou plusieurs réseaux sont à invariants égaux.

1° *Un réseau* (A), *par exemple, est à invariants égaux.* — On choisit (A); le problème s'achève par quadratures, si l'on connaît h et l, dont les valeurs les plus générales dépendent de l'intégration de l'équation de Laplace relative à (A).

2° *Deux réseaux au moins,* (A) *et* (B) *par exemple, sont à invariants égaux.* Posons

$$x_i = e^{\varphi}\theta_i,$$

θ_i désignant une solution quelconque de l'équation

$$\frac{1}{\theta}\frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} = \frac{1}{e^{-\varphi}}\frac{\partial^2 e^{-\varphi}}{\partial u\,\partial v}. \tag{2}$$

On aura, pour déterminer y_i à l'aide de (1),

$$h = \mathrm{U}(u).e^{\chi-\varphi}, \qquad l = \mathrm{V}(v).e^{\chi-\varphi},$$

χ et φ sont des fonctions convenablement choisies. On doit distinguer trois cas :

a. $\mathrm{U}(u) = u$, $\mathrm{V}(v) = v$. — Soit $\pi(u, v)$ la solution la plus générale de l'équation $\mathrm{E}\left(-\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right) = 0$, dont dépend la détermination des surfaces qui admettent pour représentation sphérique de leurs lignes de courbure deux systèmes de coniques homofocales [1], φ et χ seront définies par les formules

$$\varphi = \frac{\partial^2\pi(u^2, v^2)}{\partial u\,\partial v},$$

$$\chi = \frac{v}{u}\frac{\partial^2\pi(u^2, v^2)}{\partial u\,\partial v} - \frac{1}{u}\frac{\partial\pi(u^2, v^2)}{\partial u} = \frac{u}{v}\frac{\partial^2\pi(u^2, v^2)}{\partial u\,\partial v} - \frac{1}{v}\frac{\partial\pi(u^2, v^2)}{\partial v}.$$

Pour achever le problème à l'aide de quadratures, il restera à intégrer l'équation (2), où φ a la valeur précédente.

b. $\mathrm{U}(u) = u$, $\mathrm{V}(v) = 1$. — On trouve

$$\varphi = \mathcal{V}(v)\frac{u}{\sqrt{u^2-1}} + \mho'(u), \qquad \chi = \mathcal{V}(v)\frac{1}{\sqrt{u^2-1}} + u\mho'(u) - \mho(u). \tag{3}$$

---

[1] Voir G. Darboux, *Leçons sur la théorie générale des surfaces*, t. II, p. 70.

x_i et y_i s'obtiendront par quadratures, si l'on sait intégrer (2) où φ a la forme (3).

c. $U(u) = a$, $V(v) = b$, a et b désignant des constantes distinctes. — On obtient

$$\varphi = av - bu, \qquad \chi = bv - au.$$

L'équation (2) se ramène à l'équation connue $\frac{\partial^2 z}{\partial x \, \partial y} = z$.

3° *Trois réseaux et trois seulement sont à invariants inégaux.* — On choisira pour les coordonnées x_i du point A des solutions de l'équation

$$\frac{\partial^2 x}{\partial u \, \partial v} + \frac{\sin u \cos u}{\sin^2 u - \sin^2 v} \frac{\partial x}{\partial u} - \frac{\sin v \cos v}{\sin^2 u - \sin^2 v} \frac{\partial x}{\partial v} = 0,$$

qui se ramène à l'équation harmonique suivante :

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u \, \partial v} + \frac{1}{4} \left[\frac{3}{\sin^2(u - v)} + \frac{1}{\sin^2(u + v)} \right] \theta = 0.$$

Les coordonnées y_i de B s'obtiendront ensuite par quadratures, à l'aide des équations (1), où l'on fera

$$h = \frac{\sin u \sin \frac{u + v}{2}}{\cos \frac{u - v}{2}}, \qquad l = \frac{\sin v \sin \frac{u + v}{2}}{\cos \frac{u - v}{2}}.$$

4° *Quatre réseaux et quatre seulement sont à invariants égaux.* — x_i et y_i seront définies par les formules

$$y_i = \frac{u}{v} \frac{\partial^2 \pi_i(u^2, v^2)}{\partial u \, \partial v} - \frac{1}{u} \frac{\partial \pi_i(u^2, v^2)}{\partial u} = \frac{u}{v} \frac{\partial^2 \pi_i(u^2, v^2)}{\partial u \, \partial v} - \frac{1}{v} \frac{\partial \pi_i(u^2, v^2)}{\partial v},$$

$$x_i = y_i + \frac{\partial^2 \pi_i(u^2, v^2)}{\partial u \, \partial v};$$

$\pi_i(u, v)$ désignant une solution quelconque de l'équation $E\left(-\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right) = 0$.

Les points correspondants de deux des réseaux à invariants égaux divisent harmoniquement le segment formé par les points correspondants des deux autres.

5° *Tous les réseaux sont à invariants égaux.* — h, l et z_i peuvent prendre la forme simple suivante :

$$h = u, \qquad l = v; \qquad z_i = (u + \lambda) U_i'(u) - U_i(u) + (v + \lambda) V_i'(v) - V_i(v).$$

Les lignes qui composent les divers réseaux sont des courbes de contact de cônes ou de cylindres circonscrits, dont les sommets ne changent pas d'un réseau à l'autre.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur l'impossibilité des ondes de choc négatives dans les gaz.* Note de M. **Győző Zemplén**, présentée par M. Appell.

Dans une Note récente (¹) relative à mes développements (²) sur les ondes de choc, M. Duhem me reproche d'avoir invoqué « la chaleur du frottement interne entre les parties du gaz douées de vitesses différentes aux deux côtés de l'onde », car la supposition du frottement interne exclut, selon lui, la propagation des ondes de choc.

J'espère pouvoir réfuter, par les remarques suivantes, l'objection de M. Duhem :

1° Le théorème démontré par M. Duhem est le suivant :

Au sein d'un fluide doué de frottement interne ou de viscosité, et *pourvu que l'on regarde comme générales les expressions des actions de viscosité reçues dans le cas où les dérivées partielles des composantes de la vitesse ne surpassent pas certaines limites*, aucune onde de choc ne peut se propager.

Or, mes développements se rapportent à une onde de choc compatible avec les équations du mouvement des liquides *dénués de frottement interne*. Cependant, même dans le cas où l'on suppose, dans la partie continue du mouvement, toutes les composantes de la viscosité égales à zéro, le *travail* de la viscosité ne sera nullement à négliger dans l'onde de choc elle-même, vu qu'il y a dans celle-ci un changement brusque des vitesses (un coefficient de viscosité infiniment petit, multiplié par une fonction de la dérivée de la vitesse infiniment grande, peut donner un produit fini).

Le théorème de M. Duhem ne serait donc pas à appliquer dans ce cas, car ce théorème se rapporte à des ondes de choc compatibles avec les équations de l'Hydrodynamique *corrigées en ayant égard à la viscosité*.

2° Le théorème de M. Duhem est basé sur une hypothèse à part (la généralisation, citée plus haut, des expressions des actions de viscosité pour les ondes de choc), qui peut être adoptée ou rejetée *ad libitum*, et c'est pourquoi je suis de l'avis qu'avec ce théorème on ne pourra réfuter des résultats obtenus indépendamment de cette hypothèse.

(¹) P. Duhem, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 811.

(²) G. Zemplén, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 710.

Enfin, qu'il me soit permis de remarquer que, dans ma Note citée plus haut, j'aurais dû citer les Notes de M. Jouguet, où la même question a été traitée en faisant intervenir le potentiel thermodynamique (¹), puis pour des discontinuités pas trop grandes (²) et pour des quasi-ondes de choc (³).

MÉCANIQUE. — *Conditions d'établissement et d'application d'un amortisseur progressif à la suspension des véhicules sur route.* Note de M. A. **Krebs**, présentée par M. Léauté.

Les véhicules circulant sur route rencontrent des dénivellations qui peuvent être rangées en deux catégories : les courtes et les longues. Les courtes sont les pierres ou obstacles analogues qui sont facilement franchis par des roues à jantes très élastiques se moulant sur l'obstacle sans déplacer l'essieu verticalement. Il n'en est pas de même avec les longues qui, déplaçant verticalement l'essieu, mettent en jeu les ressorts de suspension de la caisse. Lorsqu'une dénivellation longue se présente, la roue, en la franchissant rapidement, comprime le ressort en modifiant sa flèche d'une longueur égale sensiblement à la hauteur de cette dénivellation.

M. Georges Marié, dans un savant Mémoire présenté à l'Académie des Sciences sous le titre : *Les dénivellations de la voie et les oscillations du matériel des chemins de fer*, a montré l'action bienfaisante du frottement des lames de ressorts et de leurs menottes.

Dans les véhicules sur route, ces mêmes frottements existent et amortissent les petites oscillations; mais ils sont absolument insuffisants dès que la variation de flèche (h) dépasse 2^{cm} environ.

Nous déterminons cette valeur limite de (h), donnée par l'équation $h = 2\varphi a$, qu'on peut écrire $h = 2\varphi\pi\frac{a}{\pi}$, comme l'établit M. Georges Marié pour les véhicules de chemins de fer, équation dans laquelle $\frac{a}{\pi}$ est la flexibilité du ressort et π le poids de la caisse.

On a cherché à obtenir des frottements amortisseurs au moyen d'organes convenablement disposés; mais, d'une façon générale, les frottements ainsi obtenus, qu'ils proviennent des ressorts ou qu'ils viennent s'y

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXII, 18 mars 1901.
(²) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 14 novembre 1904.
(³) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 27 juin 1904.

ajouter, donnent un effort sensiblement constant répondant à une variation de flèche donnée. Pour une variation plus petite, le frottement sera trop grand et la suspension sera dure; pour une plus grande, toute l'énergie emmagasinée par le ressort ne sera pas amortie dans la première dénivellation.

Nous montrons dans cette étude que, pour obtenir l'amortissement des oscillations dans tous les cas, l'effort de frottement à produire doit être à chaque instant sensiblement proportionnel à la variation de flèche que possède le ressort. Comme, d'autre part, le frottement des lames de ressort et de leurs menottes suffit dans les petites oscillations, nous sommes conduits à ne faire intervenir le frottement additionnel qu'à partir de la valeur de cette variation : $h = 2\varphi a$. Enfin, pour ne pas rendre la suspension plus dure dans le passage des grandes dénivellations, nous sommes conduits à augmenter la flexibilité des ressorts.

En appelant $\frac{y}{\pi}$ la flexibilité cherchée, nous établissons que sa valeur en fonction de la flexibilité primitive $\frac{a}{\pi}$ sans amortisseur est la suivante :

$$y = \frac{2a}{1 + \varphi\left(\frac{a}{h} + 1\right)};$$

en donnant à (h) ses deux valeurs extrêmes : $h = 2\varphi a$ et $h = \infty$, et en prenant la moyenne arithmétique des deux valeurs de (y) qu'on en déduit, nous obtenons finalement pour y :

$$y = \left(\frac{2,5 + 2\varphi}{1,5 + \varphi + 1,5\varphi + \varphi^2}\right) a.$$

Nous arrivons également à établir que l'effort de frottement (x) à développer pour une modification (h) de la flèche du ressort est

$$x = \frac{\pi}{y} h(1 - \varphi) - \varphi\pi.$$

Cette équation montre que l'effort de frottement nécessaire pour donner l'amortissement complet varie en raison inverse de la flexibilité $\frac{y}{\pi}$ et croît comme la variation de flèche du ressort (h) diminuée de la petite quantité $\varphi\pi$ qui représente l'effort de frottement provenant des ressorts. Il est aussi très sensiblement indépendant du poids de la caisse et, toutes choses égales d'ailleurs, décroît lorsque le poids de cette dernière augmente.

Le problème pratique consiste donc à réaliser un appareil qui, par le

déplacement relatif de ses organes dans un sens ou dans l'autre à partir d'une position donnée, produise d'abord un effort sensiblement nul pour un certain écart et allant ensuite en croissant dans un sens ou dans l'autre, proportionnellement au chemin parcouru. En outre, cet effort doit être indépendant de la vitesse avec laquelle les organes de l'appareil sont déplacés.

Cette dernière condition fait rejeter *a priori* tout dispositif empruntant un fluide quelconque, liquide ou gazeux, forcé de s'écouler à travers un orifice de section variable.

L'appareil se compose d'une boîte cylindrique dans laquelle peut osciller, suivant son axe, un autre cylindre plus petit laissant un intervalle annulaire dans lequel sont empilées des lames minces circulaires rendues alternativement solidaires de la boîte et du cylindre intérieur.

Sur ces lames viennent se placer deux disques solidaires aussi, l'un du cylindre intérieur, l'autre de la boîte. Les faces extérieures des disques sont planes et parallèles, tandis que leurs surfaces de contact sont taillées suivant deux surfaces hélicoïdales inverses réunies par des éléments de surfaces planes. Enfin, sur le dernier disque, repose un ressort, convenablement disposé entre ce disque et le couvercle de la boîte pour n'exercer aucune pression lorsque les saillies produites par les rampes hélicoïdales inverses sont en contact avec les éléments plans.

En faisant osciller angulairement le cylindre intérieur, à droite ou à gauche de cette position moyenne, les rampes des disques viennent en contact après un certain écart pendant lequel les lames, n'étant pas pressées les unes contre les autres, glissent sans opposer d'effort sensible. Lorsque l'amplitude de l'oscillation dépasse cette limite, les rampes montant l'une sur l'autre, les faces extérieures des disques s'écartent en comprimant d'une part le ressort et en exerçant d'autre part sur les lames une pression égale à celle de ce ressort.

La boîte cylindrique étant fixée à la caisse de la voiture et le cylindre intérieur étant relié à l'essieu au moyen d'une manivelle et d'une bielle, chaque fois qu'une variation dans la flèche du ressort de la voiture se produira, l'appareil fera intervenir, à partir d'un certain écart, un effort de frottement à chaque instant sensiblement proportionnel à cette variation de flèche.

Nous ajouterons, pour terminer, que toutes les considérations qui précèdent ont été pleinement confirmées par la pratique.

PHYSIQUE. — *Expériences photographiques sur l'action des rayons* N *sur une étincelle oscillante.* Note de M. C. **Gutton**, présentée par M. Mascart.

« Si, sur l'étincelle primaire d'un oscillateur hertzien, on fait tomber des rayons N, l'étincelle secondaire diminue. Il résulte de là que l'action des

rayons N sur l'étincelle modifie le phénomène électrique lui-même (¹). »

En annonçant ce phénomène, M. Blondlot ajoute que la diminution d'éclat de l'étincelle était très difficile à observer à cause de l'irrégularité de l'étincelle secondaire.

Comme ce fait prouve une modification intime de l'étincelle par les rayons N, il y avait intérêt à chercher à rendre la diminution d'éclat plus visible et surtout à l'enregistrer par la photographie. Il m'a été possible d'obtenir une étincelle secondaire régulière en la faisant jaillir entre deux pointes d'un métal plus volatil que le platine. Après quelques essais, je me suis arrêté au laiton, qui, d'une part, est suffisamment dur pour permettre de faire des pointes régulières et, d'autre part, à cause de la présence du zinc, donne une étincelle riche en rayons photographiques. Les pointes ont été faites à la lime à l'extrémité de deux tiges de laiton de $0^{cm},3$ de diamètre et de 3^{cm} de longueur, puis polies en les roulant sur du papier d'émeri très fin. Il est nécessaire de s'assurer avec un microscope à faible grossissement que les pointes sont régulièrement coniques et leurs extrémités légèrement arrondies.

L'excitateur primaire (*fig.* 1) est constitué par deux petits condensateurs cylindriques dont les armatures internes sont des tiges de laiton de 7^{cm} de long et $0^{cm},5$ de diamètre et les armatures externes des tubes de laiton de $4^{cm},3$ de long et $1^{cm},2$ de diamètre. Les deux armatures sont séparées par un tube de verre. Les deux condensateurs sont fixés dans le prolongement l'un de l'autre aux deux branches d'une pince en bois. Aux extrémités des armatures internes sont soudées deux boules en laiton de $0^{cm},8$ de diamètre partiellement recouvertes par des lames de platine. L'étincelle primaire jaillit entre ces deux boules; sa longueur se règle en écartant, à l'aide d'une vis, les extrémités des branches de la pince; un anneau en caoutchouc maintient l'une des branches fortement appliquée contre l'extrémité de la vis. Les deux armatures internes sont respectivement reliées aux deux pôles d'une machine de Holtz, dont l'un des pôles est au sol et qui est entraînée à vitesse constante par un moteur électrique. Les armatures externes communiquent entre elles par un tube de verre plein d'eau qui leur permet de se charger. La longueur de l'étincelle mesurée après les expériences a été trouvée de $0^{cm},07$. La machine de Holtz donnait environ 160 étincelles par seconde entre les boules de l'excitateur. Cette machine était installée assez loin pour éviter toute influence de la lumière des aigrettes sur l'étincelle.

Deux fils de $2^{m},50$ de long attachés aux armatures externes conduisent les ondes hertziennes, produites par la décharge de l'excitateur, au micromètre à étincelles secon-

---

(¹) R. Blondlot, *Nouvelles expériences sur l'enregistrement au moyen de la photographie, de l'action exercée par les rayons N sur une étincelle électrique* (Nancy, 1er mars 1905, p. 5, et *Revue générale des Sciences,* 30 août 1905, p. 727).

daires (*fig.* 2) formé des deux pointes en laiton précédemment décrites. Ces pointes sont fixées aux branches d'une pince en bois noirci, analogue à celle qui sert à régler l'étincelle primaire. Les deux pointes du micromètre doivent être *exactement en regard*. La longueur de l'étincelle secondaire était d'environ $\frac{1}{30}$ à $\frac{1}{40}$ de millimètre. Le

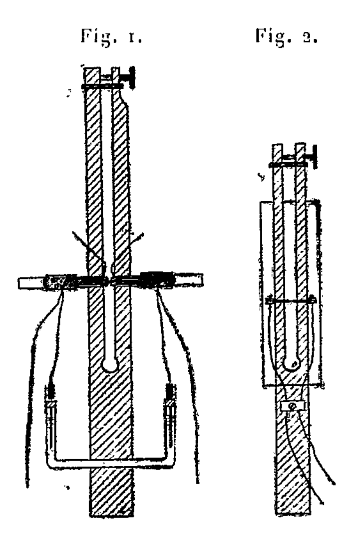


Fig. 1. Fig. 2.

micromètre est enfermé dans une boîte en carton noir I (*fig.* 3) fixée à la pince; la partie antérieure de cette boîte est formée d'une lame de verre dépoli recouverte d'un papier noir percé en face de l'étincelle d'une ouverture circulaire de $1^{cm},2$ de diamètre. La lumière de l'étincelle diffusée par le verre dépoli à travers cette ouverture

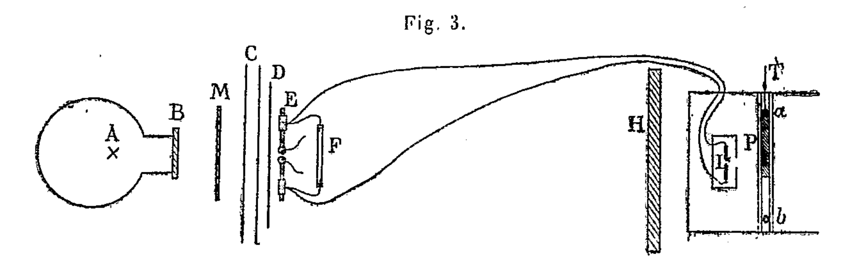


Fig. 3.

impressionne une plaque photographique P. La distance de l'étincelle au verre dépoli est de 2^{cm}, celle du verre dépoli à la plaque P de $3^{cm},8$. Une caisse en bois, dont la partie antérieure est fermée par un voile noir, renferme le micromètre à étincelles et le châssis qui porte la plaque photographique. Ce dernier peut être déplacé latéralement dans une glissière à l'aide d'une tige T, sa course est limitée par deux butoirs *a* et *b*.

La source de rayons N est une lampe Nernst (1 ampère, 220 volts) placée à 45^{cm} en arrière de l'étincelle primaire. Cette lampe est enfermée dans

une lanterne de tôle. Avant d'atteindre l'excitateur E, les rayons N traversent une planche B de $1^{cm},5$ d'épaisseur, deux écrans en papier C et une lame d'aluminium D reliée électriquement au sol ([1]). En M est figuré un écran de zinc recouvert de papier filtre mouillé et, par conséquent, opaque pour les rayons N; en retirant ou en mettant en place cet écran, on peut à volonté laisser passer ou arrêter les rayons N qui doivent agir sur l'étincelle primaire. Un écran en bois H, garni de plomb sur ses deux faces, empêche les rayons d'atteindre l'étincelle secondaire.

Pour faire une expérience, on règle l'étincelle secondaire de façon que la lumière diffusée par le verre dépoli soit régulière et l'on s'assure à l'œil que l'éclat diminue notablement, lorsque les rayons N tombent sur l'étincelle primaire. Cette diminution d'éclat est très visible lorsque l'étincelle est bien réglée. La plaque sensible est alors placée dans un châssis appliqué d'abord contre le butoir *a*. L'étincelle primaire recevant les rayons N, on laisse la lumière de l'étincelle secondaire agir sur la plaque pendant 1 minute. On pousse ensuite le châssis contre le butoir *b*, en même temps qu'un aide intercepte les rayons N au moyen de l'écran de papier mouillé M. Une autre portion de la plaque est alors impressionnée pendant 1 minute. Après développement, on constate sur la plaque deux taches dont l'une est beaucoup plus faible que l'autre. La tache la plus faible est celle qui a été produite pendant que les rayons N agissaient sur l'étincelle primaire. Pour corriger l'influence d'une variation possible du débit de la machine de Holtz, chacun des temps de pose a été fractionné en deux poses de 30 secondes, les deux poses qui correspondent à l'une des positions de la plaque alternant avec les deux poses correspondant à l'autre position. On a laissé les rayons N agir tantôt pendant la première et la troisième pose de 30 secondes, tantôt pendant la seconde et la quatrième. Les mouvements à donner au châssis et à l'écran M étaient réglés par les battements d'un métronome. Pendant l'ouverture et la fermeture du châssis, celui-ci était placé à égale distance des butoirs *a* et *b*; on évite ainsi que les durées d'ouverture et de fermeture interviennent dans le temps de pose. Ces durées étaient d'ailleurs trop petites pour donner une impression visible au centre de la plaque.

37 expériences ont été faites par ce procédé et tous les clichés obtenus ont montré que l'étincelle secondaire diminue d'éclat lorsque l'étincelle

---

([1]) A cause des grandes dimensions de l'appareil, les différentes parties de la figure 3 n'ont pu être représentées à la même échelle.

primaire reçoit des rayons N. Les étincelles altérant assez vite les pointes, il faut les limer et les polir à nouveau après 6 ou 8 expériences. Pour obtenir de bons résultats, l'éclairement de la plaque par la lumière de l'étincelle secondaire doit être voisin de l'éclairement le plus faible qui commence à impressionner la plaque ([1]). Les plaques employées sont des plaques Jougla (bande verte), ou des plaques Lumière (bande bleue).

En résumé, les expériences précédentes confirment l'observation faite par M. Blondlot, elles démontrent une modification intime de l'étincelle par les rayons N. Cette modification, comme le fait remarquer M. Blondlot, explique pourquoi l'étincelle électrique se prête bien à l'enregistrement photographique des rayons N.

CHALEUR. — *Sur la densité de la glace.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann.

La densité de la glace a été déterminée bien des fois. Les résultats ont varié entre 0,905 et 0,950. Les plus concordants sont ceux de Brunner (0,918), de Thomson, de Plücker et Geissler (0,920), et de Louis Dufour (0,914 à 0,922 : moyenne 0,9177).

Enfin Bunsen, par une méthode fort ingénieuse, a obtenu 0,91674. La glace, formée dans un tube d'ailleurs passablement étroit, était, affirme-t-il, parfaitement transparente et exempte de bulles.

Je n'ai pas été aussi heureux, malgré tout le soin apporté à cette expérience, et cependant les nombres obtenus ont toujours été $>$ 0,9172. Afin de rendre négligeables certaines erreurs, j'ai opéré sur une masse de glace voisine de 100^g.

Première expérience. — Un flacon semblable à ceux employés par Regnault pour les densités de liquides, mais beaucoup plus grand (108^{cm^3}) est à peu près rempli d'eau distillée longuement bouillie et encore très chaude. Je la fais bouillir à nouveau dans le flacon, en y faisant le vide au moyen d'une pompe de Fleuss, puis j'entoure celui-ci d'un mélange de glace et de sel.

Par une manœuvre dont le détail sera décrit ailleurs, je conduis la solidification depuis le fond du flacon jusqu'au repère tracé sur le col capillaire. Ayant enlevé l'eau qui dépasse ce repère, je fais refondre la glace, puis je pèse l'eau qui en provient, avec les précautions d'usage. Je trouve, toutes corrections faites : $98^g,9679$ à quelques

([1]) Voir C. Gutton, *Comptes rendus*, 27 février 1905.

dixièmes de milligramme près. La masse d'eau distillée bouillie qui remplit ce même flacon jusqu'au repère, à 0°, est 107^g,8818.

On en déduirait pour la masse spécifique de la glace à 0° : 0,91725. Mais, tandis que la première moitié environ de la glace est parfaitement transparente, on voit apparaître dans celle qui se forme ensuite des traînées de bulles gazeuses très fines et même, dans la partie supérieure, des bulles assez grosses pour être distinguées à l'œil nu. *La densité est donc trop faible* de ce chef.

Elle l'est encore pour un autre motif. Le flacon étant plongé dans un réfrigérant dont la température varie entre — 5° et — 10° environ, sa capacité est plus faible qu'à 0°.

Il faut remarquer toutefois que le phénomène est rendu très complexe par ce fait que la couche de glace en formation est nécessairement à 0°. Tout ce que l'on peut affirmer, c'est que l'erreur est de l'ordre du dix-millième.

Pour ces deux raisons, *le nombre* 0,9172 *ne peut donc être approché que par défaut.*

Expérience finale. — Après plusieurs perfectionnements qui avaient élevé progressivement le résultat, j'ai disposé l'expérience de manière à évacuer par plusieurs congélations successives dans le vide les gaz retenus par l'eau bouillie, et à produire une dernière congélation assez lente (durée 6 heures) d'abord dans le vide, jusqu'à ce que l'eau ait dépassé le col capillaire du flacon, puis sous la pression atmosphérique, mais en isolant l'eau de l'atmosphère par une colonne d'huile de vaseline, elle-même bouillie dans le vide et sur place, étroite et longue de 60^{cm} environ.

A cet effet, j'ajuste sur le flacon à densités un système de deux flacons laveurs de Cloez A et B; ce dernier, beaucoup plus grand que A et plus éloigné du flacon à eau, renferme la provision de vaseline. On peut faire le vide simultanément ou séparément par deux tubulures à robinet, situées l'une à la sortie de B, l'autre en amont de A.

Au moment où l'on rétablit la pression atmosphérique par la première tubulure, l'huile vient remplir parfaitement, c'est-à-dire sans la moindre bulle, les divers tubes et cavités, y compris la partie du flacon à densités non occupée par l'eau.

Un frappeur automatique secoue continuellement le flacon afin de faciliter le départ des bulles.

Malgré toutes ces précautions, la glace, congelée pour la troisième fois, n'est pas encore parfaitement transparente dans la partie supérieure : le dernier quart présente, surtout dans la région médiane, une sorte de nébulosité filamenteuse qui s'accentue au voisinage du col capillaire.

La masse de glace remplissant cette fois le flacon jusqu'au repère est 98^g,9968, d'où la masse spécifique de la glace : 0,91752.

Une dernière expérience, dans laquelle l'eau a été congelée quatre fois,

a donné un résultat pratiquement identique. Je suis porté à croire que la disparition complète de la nébulosité n'altérerait que faiblement la dernière décimale.

Il est clair qu'il faut bien se garder de prendre la moyenne des nombres obtenus, qui croissent faiblement mais systématiquement à mesure que l'expérience se perfectionne : le plus grand de ces nombres est certainement approché par défaut. Pour tenir compte dans une certaine mesure de l'erreur due à la contraction de l'enveloppe, je propose d'admettre que la masse spécifique de la glace à 0° est

$$0,9176.$$

Remarque relative à l'analyse des gaz en dissolution dans l'eau. — On voit, par ce qui précède, que l'eau longuement bouillie retient une quantité de gaz fort appréciable, qu'elle abandonne au moins partiellement en se congelant.

J'ai eu déjà l'occasion de faire la même remarque au sujet du protoxyde d'azote liquide, qui, solidifié en neige et maintenu dans un vide très avancé, dégage la majeure partie, mais non la totalité de l'azote qu'il tient en dissolution.

Il en résulte que l'*analyse des gaz de l'eau, telle qu'elle se pratique toujours, est incomplète et, par suite, inexacte.*

Si l'on admet que l'écart entre le nombre de Bunsen et le mien est dû uniquement à ce que ce savant a solidifié complètement de l'eau simplement privée de gaz par ébullition prolongée, on arrive à cette conclusion que cette eau renfermait encore près de 1^{cm^3} de gaz par litre (mesuré sous la pression atmosphérique).

Je n'ai fait jusqu'ici qu'une seule expérience en vue de contrôler ce résultat : elle a été satisfaisante mais non décisive au point de vue quantitatif.

Je me propose d'ailleurs de rechercher la nature des gaz retenus par l'eau bouillie.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la répartition des courants électriques dans un réseau.* Note de M. I. **Révilliod**, présentée par M. Lippmann.

Dans tout réseau conducteur alimenté par des sources d'électricité, le double du travail de ces sources diminué de l'effet Joule total est maximum.

Soit un réseau conducteur quelconque, contenant les sources d'électricité de force électromotrice E_1, E_2, ... (E_k étant la somme algébrique des forces électromotrices de la branche k, comptées dans un sens déterminé). Soient r_1, r_2, ... les résistances; i, i_2, ... les intensités des branches 1, 2, ...

Il est à démontrer que les courants se répartissent de façon que

$$(1) \qquad \Sigma(2 E_k i_k - r_k i_k^2)$$

soit maximum, en tenant compte naturellement des relations $\Sigma i_\alpha = 0$ pour chaque point de croisement, conformément à la première loi de Kirchhoff.

Différentions l'expression (1), nous aurons

$$(2) \qquad \Sigma(2 E_k - 2 r_k i_k) di_k.$$

Établissons les équations qui rendent l'expression (1) maximum, c'est-à-dire (2) nulle.

Considérons pour cela dans le réseau un circuit fermé quelconque, par exemple le quadrilatère ABCD, et sur chacun de ses côtés un sens positif.

Les quatre relations $\Sigma i_\alpha = 0$ pour les points A, B, C, D permettent d'éliminer trois des variables i_α. Éliminons i_2, i_3, i_4 comme suit : de B nous tirons

$$i_2 = i_1 + i_6 + i_7 = i_1 \pm \ldots,$$

de C

$$i_3 = - i_2 + i_8 = - i_1 \pm \ldots,$$

de D

$$i_4 = \quad i_3 - i_9 = - i_1 \pm \ldots.$$

Les points remplacent des variables i_α pour $\alpha > 4$.

Cette élimination faite, tous les autres courants peuvent être considérés comme des variables indépendantes ou des fonctions des i_α pour lesquelles $\alpha > 4$.

Donc, dans l'expression

$$\Sigma(E_k - r_k i_k) di_k,$$

les seuls termes contenant, toute élimination faite, la différentielle di_1 sont les quatre premiers.

Ces termes sont

$$\begin{aligned}(E_1 - r_1 i_1) di_1 + (E_2 - r_2 i_2)(\quad di_1 \pm \ldots)\\ + (E_3 - r_3 i_3)(- di_1 \pm \ldots) + (E_4 - r_4 i_4)(- di_1 \pm \ldots).\end{aligned}$$

Les variables étant alors toutes indépendantes, le coefficient de di_1 doit être nul. Nous avons donc

$$E_1 - r_1 i_1 + E_2 - r_2 i_2 - (E_3 - r_3 i_3) - (E_4 - r_4 i_4) = 0,$$

équation identique à celle fournie par la deuxième loi de Kirchhoff, appliquée au quadrilatère ABCD

$$\Sigma E_k = \Sigma r_k i_k.$$

Les coefficients des autres différentielles, égalés à zéro, donneraient des équations analogues.

La condition de maximum énoncée au début, équivalant aux équations de Kirchhoff, correspond à la répartition des courants.

On voit qu'il s'agit d'un maximum, et non pas d'un minimum, en appliquant la loi au courant fourni par une pile unique sur un circuit unique. Dans ce cas, en effet, $2Ei - ri^2$ est maximum.

PHYSIQUE. — *Sur la soupape* parhydrique. Note de M. J. DE ROHAN CHABOT, présentée par M. A. Ditte.

La soupape *parhydrique* est un appareil qui a pour but d'éviter les retours d'eau, lorsque l'on fait le vide au moyen de la trompe à eau :

Il arrive fréquemment, en effet, que la pression d'eau baisse dans la canalisation sur laquelle est branchée la trompe; si le vide est déjà à ce moment poussé un peu loin, l'eau ne manque pas de rentrer dans les cloches ou récipients à vide et de les inonder, procurant des ennuis qui peuvent être graves, si l'on n'exerce une surveillance continuelle.

Pour éviter ces sortes d'accidents deux systèmes sont généralement adoptés.

Le premier consiste à intercaler, sur la canalisation à vide, un flacon qni sert de réservoir préventif; ce flacon a le double inconvénient d'allonger la durée de l'opération et d'être insuffisant si la dépression dure trop longtemps.

Le deuxième consiste à intercaler une soupape.

Les soupapes employées généralement jusqu'ici ont l'inconvénient d'être fragiles, puisqu'elles sont tout en verre; d'être assez coûteuses et de ne pas toujours voir leur clapet se décoller convenablement lorsque l'eau revient à sa pression primitive.

La soupape *parhydrique* a l'avantage d'éviter ces différents embarras. D'une construction très simple et d'un prix très modique, elle fonctionne d'une façon assurée, grâce aux soins apportés par la maison Fontaine à sa construction.

Elle est constituée dans sa partie essentielle par un flotteur légèrement concave à sa partie supérieure et recouvert d'une membrane. La pression venant à diminuer dans la canalisation, l'eau remonte nécessairement dans l'appareil et le flotteur vient mettre en contact la membrane avec un tube rodé qui s'applique exactement et qui arrête l'eau dans son mouvement ascendant. Le haut du tube rodé porte une boule soufflée dans la masse, pour le cas où la membrane laisserait passer quelques centimètres cubes d'eau. Au repos, le flotteur s'appuie sur des pointes de verre repoussées

dans la masse, sans pouvoir jamais boucher le tube inférieur de l'appareil.

Il existe deux modèles de ces soupapes, l'une qui est démontable et dont on peut en quelques instants remplacer le flotteur au cas où il viendrait à se détériorer, l'autre qui est d'une seule pièce. L'un ou l'autre de ces modèles se recommande suivant que l'on a à évaporer des solutions nuisibles ou non à la membrane.

CHIMIE MINÉRALE. — *Rectification à une Note sur l'oxyde salin de nickel.* Note de M. H. BAUBIGNY.

N'ayant pu me procurer le Mémoire original de Bellucci et Clavari sur l'*oxyde supérieur de nickel,* je me suis fié, pour son contenu, à la traduction qu'en a donnée le *Chemisches Centralblatt.* Par l'envoi que Bellucci et Clavari me font de leur publication, je constate que le texte allemand énonce des faits qui ne sont pas exprimés dans le travail des savants italiens.

Ma Note aux *Comptes rendus* du 26 décembre 1905 (p. 1230), faite pour affirmer l'existence formelle de l'oxyde salin de nickel, ne peut donc plus être opposée à Bellucci et Clavari, ces auteurs discutant dans leur Mémoire seulement la constitution de cet oxyde sans en nier l'existence.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le siliciure de cuivre et sur un nouveau mode de formation du silicium soluble dans l'acide fluorhydrique.* Note de M. PAUL LEBEAU, présentée par M. H. Moissan.

Dans une précédente Communication [1] nous avons reconnu que la limite de combinaison du cuivre et du silicium dans un cuprosilicium industriel renfermant de 50 à 60 pour 100 de silicium total ne dépassait pas 10 pour 100, et semblait correspondre à la production d'un composé défini ayant pour formule $SiCu^4$. Nous avons recherché quelle influence pouvaient avoir la vitesse du refroidissement d'un mélange fondu de cuivre et de silicium, et aussi la teneur en silicium total, sur cette limite de siliciuration.

Influence de la vitesse de refroidissement. — Un mélange formé de parties égales de silicium cristallisé très fin et de cuivre réduit pur, est fondu au four électrique dans un creuset de charbon. Dans une première expérience, on solidifie brusquement le pro-

(1) PAUL LEBEAU, *Comptes rendus,* t. CXLI, 1905, p. 889.

duit fondu en le plongeant dans l'eau froide et, dans une deuxième, on laisse le culot revenir lentement à la température ordinaire dans l'intérieur même du four.

L'analyse faite sur des échantillons moyens a donné pour le premier culot 43,5 pour 100 de silicium total et 41,9 pour le deuxième. Le silicium libre a été éliminé par l'action prolongée de la lessive de soude à 10 pour 100 et les résidus obtenus ont été analysés. L'acide azotique les attaque facilement et l'on peut après évaporation et insolubilisation séparer et peser la silice. Après calcination cette silice était toujours grisâtre et abandonnait, après traitement à l'acide fluorhydrique, une petite quantité de silicium. Ce résidu de silicium était pesé et son poids retranché de celui de la silice. Nous avons obtenu les résultats suivants :

	Silicium combiné pour 100.		
Siliciure du produit refroidi brusquement..	12,89	12,93	12,64
Siliciure du produit refroidi lentement	11,31	11,36	»

On est ainsi conduit à conclure qu'un mélange de cuivre et de silicium fondu, puis refroidi brusquement, renferme une quantité de silicium combiné supérieure à celle que contiendrait un produit de composition à peu près identique refroidi lentement.

Influence de la teneur en silicium total. — Si nous rapprochons ces résultats des analyses antérieures concernant le siliciure de cuivre industriel à 50 pour 100 de silicium total, nous sommes déjà tenté d'admettre que l'abaissement de la teneur en silicium total entraîne une limite de siliciuration plus élevée du silicium. D'autre part, si l'on soumet à l'analyse, en suivant la même méthode, des cuivres siliciés plus pauvres, cette interprétation semble, à première vue, se confirmer.

Teneur en Si total des lingots analysés.	Si combiné.	Si libre.
14,65	12,05	2,40
15,27	12,88	2,39
12,55	11,217	1,36
14,24	11,01	3,23
13,12	11,35	1,77

L'examen de ces nombres ne permet de formuler aucune loi. En outre, lorsque nous avons dosé le silicium et le cuivre sur un même échantillon, l'analyse n'a jamais été satisfaisante; il manquait 1,5 à 2 pour 100, alors que l'analyse qualitative ne décelait pas d'impuretés dosables.

Ces anomalies s'expliquent si l'on se trouve en présence de la variété de silicium soluble dans l'acide fluorhydrique découverte par MM. Moissan et Siemens. On peut reconnaître qualitativement ce silicium en reprenant le mélange de silice et de silicium par l'acide fluorhydrique dilué, la

silice se dissout rapidement et il reste un mélange de cristaux de silicium dont une partie se maintient en suspension et disparaît ensuite par l'addition d'acide fluorhydrique concentré. Le procédé analytique que nous avions suivi jusqu'ici comportait donc une cause d'erreur, le résidu de silicium après l'action de l'acide fluorhydrique ne nous fournissant qu'une partie du silicium libre, le silicium soluble étant compté comme silice.

Pour évaluer le silicium libre total nous avons converti le mélange pesé de silice et de silicium, provenant de l'attaque par l'acide azotique, en silicate de potassium dans lequel nous avons dosé la silice. L'augmentation de poids était due à l'oxygène fixé sur le silicium libre, ce qui nous permettait de calculer le poids de ce dernier. En opérant ainsi nous avons pu constater que le rapport du cuivre au silicium combiné était toujours voisin de $SiCu^4$.

L'examen métallographique des surfaces polies de cuivres siliciés, renfermant de 1 à 20 pour 100 de silicium, nous a permis de reconnaître la présence du silicium libre à partir de 10 pour 100 de silicium total. Sur une surface polie d'un lingot à 14,4 de silicium total, après attaque à la potasse, les cristaux de silicium apparaissent en creux ; on distingue aussi très nettement l'eutectique silicium et siliciure de cuivre. La métallographie nous a été également d'un grand secours, pour mettre en évidence, *in situ*, la présence du silicium libre soluble dans l'acide fluorhydrique.

L'acide fluorhydrique est presque sans action sur le siliciure de cuivre. Une surface polie d'un lingot à 14 pour 100 de silicium, maintenue en présence de cet acide concentré et bouillant, ne change pas d'aspect; on reconnaît seulement que des cristaux de silicium ont été détruits ou corrodés superficiellement. Ces cristaux de silicium soluble entourent et pénètrent les cristaux de silicium ordinaire qui restent inaltérés et conservent tout leur brillant.

La limite de siliciuration du cuivre correspond bien à $SiCu^4$, mais elle ne peut être établie qu'en tenant compte de l'existence de la variété de silicium soluble de MM. Moissan et Siemens [1]. Le siliciure de cuivre peut être préparé pur par union directe du cuivre ou du silicium, en proportions correspondant à la formule; afin d'être certain de sa composition il est préférable d'ajouter du cuivre à un cuivre silicié plus riche et rigoureusement analysé. Ce siliciure fond vers 800° et se solidifie par refroidissement lent en une masse à cassure conchoïdale très fragile dont l'examen d'une surface polie révèle l'homogénéité. La courbe de fusibilité que nous

(1) H. Moissan et Siemens, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 657 et 1299.

avons établie pour les cuivres siliciés jusqu'à 30 pour 100 de silicium confirme l'existence de ce composé.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un siliciure de thorium.* Note de M. **O. Hönigschmid**, présentée par M. H. Moissan.

Il était à prévoir que l'oxyde de thorium serait réduit par le silicium à la haute température du four électrique. J'ai effectué quelques essais dans cette voie, espérant obtenir le siliciure de thorium, qui n'a pas encore été préparé. D'une façon constante, même avec un grand excès de silicium (4^{at} de silicium pour 1^{mol} de ThO^2) une notable proportion d'oxyde reste inattaquée. Le mélange d'oxyde et silicium aggloméré en pastilles est chauffé dans une nacelle de magnésie au four électrique à tube décrit par M. Moissan. Avec un courant d'environ 700 ampères sous 100 volts, la réaction se produit après 5 à 6 minutes; la température s'élève au point que la nacelle de magnésie fond. Le produit obtenu présente l'aspect métallique du silicium fondu. Un traitement par la lessive de potasse permet d'enlever l'excès de silicium et il reste une poudre grise qui, sous le microscope, paraît composée de fragments cristallins et d'oxyde non réduit.

La partie métallique est attaquée par tous les acides minéraux; il est impossible de la séparer de l'oxyde que seulement l'acide sulfurique concentré et chaud peut dissoudre.

L'emploi de l'aluminium, qui dissout le silicium sans entrer en combinaison avec lui, m'a permis de préparer le siliciure de thorium cristallisé. Il se forme en même temps un alliage de thorium et d'aluminium d'une forme cristalline différente.

Préparation. — J'ai d'abord chauffé dans le vide un mélange d'aluminium, de silicium et de thorium métallique en poudre; celui-ci provenait de la réduction du chlorure par le sodium. Au voisinage de 1000°, il se sépare des globules métalliques brillants d'aluminium saturés de cristaux quadratiques, pendant que l'excès de silicium et l'oxyde de thorium qui souillait le métal restent dans la scorie.

Pour éviter la préparation du thorium métallique, j'ai ensuite essayé de mettre en présence le silicium et le thorium dans les conditions où ils prennent naissance. Dans un creuset de terre réfractaire, on mélange 15^g de fluorure double de thorium et de potassium avec 60^g de fluosilicate de potassium, on dissémine dans la masse 50^g d'aluminium en fragments et l'on chauffe le tout pendant une demi-heure au voisinage de 1200°. Après un refroidissement lent, il reste au fond du creuset un culot

régulier d'aluminium dans la masse duquel se trouvent en abondance des cristaux lamellaires quadratiques. On y remarque aussi souvent quelques cristaux prismatiques hexagonaux très allongés, d'un aspect tout différent. Un traitement prolongé par la lessive de potasse dissout l'aluminium et le silicium libre. Le siliciure de thorium cristallisé reste inattaqué.

Propriétés physiques. — Le siliciure de thorium se présente en lamelles quadratiques dont la couleur et l'éclat gras rappellent le graphite très pur. Sa densité à 16° est de 7,96.

Propriétés chimiques. — Le siliciure de thorium n'est pas attaqué au rouge par l'hydrogène. Il brûle avec incandescence dans le fluor quand on le chauffe légèrement, et dans le chlore au-dessous du rouge; à une température plus élevée le brome et l'iode l'attaquent sans incandescence.

Chauffé dans l'oxygène il s'oxyde en produisant une lumière éblouissante.

Il s'enflamme à l'air au rouge seulement lorsqu'il est finement pulvérisé.

Il brûle avec incandescence dans la vapeur de soufre et la vapeur de sélénium au point d'ébullition de ces corps ainsi que dans le gaz chlorhydrique au-dessous du rouge.

Les hydracides en solution étendue ou concentrée le dissolvent lentement à froid, vivement à chaud. Dans l'acide fluorhydrique, la formation du fluorure de thorium insoluble et, dans l'acide chlorhydrique, le dépôt de silice ralentissent bientôt l'attaque.

Il se dissout lentement dans l'acide azotique étendu ou concentré et plus difficilement encore dans l'acide sulfurique concentré. L'acide sulfurique étendu agit comme l'acide chlorhydrique.

Le siliciure de thorium n'est pas altéré par des solutions alcalines, mais la potasse ou la soude fondantes l'attaquent avec incandescence. Le bisulfate de potasse le dissout très lentement au rouge.

Analyse : *Première méthode.* — Un poids déterminé du produit est dissous dans l'eau régale; la solution est évaporée à sec pour insolubiliser la silice; le thorium repris par l'acide chlorhydrique étendu est précipité par l'acide oxalique et pesé à l'état d'oxyde; la silice calcinée traitée par l'acide fluorhydrique laisse un faible résidu d'oxyde de thorium qui est ajouté à la partie principale. Après la précipitation du thorium on trouve encore une petite quantité d'aluminium.

Deuxième méthode. — Un poids déterminé du produit est dissous dans un mélange d'acide fluorhydrique et d'acide azotique. Cette méthode ne donne le silicium que par différence.

Troisième méthode. — Un poids déterminé du produit finement pulvérisé est chauffé dans un creuset d'argent avec des fragments de soude caustique humectés de quelques gouttes d'eau; la décomposition qui serait très vive avec la soude fondue s'effectue ainsi à une température assez basse pour que l'hydrate de thorium ne soit pas transformé en oxyde insoluble. Les

conditions exactes d'une attaque totale sont difficiles à réaliser : tantôt un peu de siliciure reste inattaqué, tantôt l'attaque est trop vive et une partie de l'hydrate passe à l'état d'oxyde insoluble.

Ces différentes méthodes d'analyse ont donné les résultats suivants :

					Théorie pour $ThSi^2$.
Th	80,3	80,2	80,4	80,4	80,4
Si	19,1	18,5	»	»	19,6
Al	0,5	0,6	0,9	1,5	»

La composition du siliciure de thorium répond donc à la formule $ThSi^2$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Diazoïques des diamines (phénylènes-diamines, benzidine)*. Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. H. Moissan.

Les diazoïques des phénylènes-diamines *m.* et *p.* sont connues depuis longtemps, quelques-uns de leurs dérivés de copulation sont préparés industriellement. Les composés diazoaminés qui peuvent prendre naissance par copulation avec d'autres amines n'ont pas été étudiés.

Voici les expériences que j'ai faites sur cette question :

Phénylènes-diamines. — Je n'ai pas réussi à faire réagir les diazoïques des phénylènes-diamines *m.* et *p.* sur l'aniline, en vue de l'obtention du diazoaminé

$$C^6H^4\begin{matrix} \diagup N^2.NH.C^6H^5 \\ \diagdown N^2.NH.C^6H^5 \end{matrix}.$$

(Griess avait préparé un aminoazoïque en copulant le sel double de Pt du chlorure de tétrazobenzène *m.* et *p.* avec le chlorhydrate d'aniline.)

Pour utiliser la propriété migratrice du groupement diazoïque $(-N=N-)$, qui peut se transposer d'un noyau aromatique à un autre, suivant les faits signalés par Griess et Schraub et par Schmidt, j'ai tenté de faire agir le chlorure de diazobenzène sur les trois phénylènes-diamines.

En employant les proportions suivantes :

	Théorie.	Quantités employées.
Aniline	5^g,16	5^g,16
Nitrite Na 85 pour 100	4,50	5,0
HCl 22° B	9,8	12,5
Eau	50,0	50,0

le chlorure du diazobenzène formé à 0° était versé dans une solution alcoolique de la phénylène-diamine en présence de carbonate de potassium; soit :

	Théorie.	Quantités employées.
Carbonate de potassium	4g	8g
o., m., p. Phénylène-diamine	3	3
Alcool	200	200

Les résultats sont différents suivant la diamine mise en œuvre.

o.-Phénylène-diamine. — Une solution de chlorure de diazobenzène à 0°, versée dans la solution alcoolique d'*o.*-phénylène-diamine, amène la formation d'un corps solide, goudronneux, qui se dépose en se décomposant immédiatement.

La substitution de l'acétate de sodium au carbonate de potassium améliore le résultat : on obtient, sous forme de goudron, très peu stable, ne pouvant être purifié, ni analysé, un corps solide, dégageant beaucoup d'azote avec les acides, qui est vraisemblablement

$$C^6H^4\langle\begin{matrix}(1)\ NH - N^2 - C^6H^5 \\ (2)\ NH - N^2 - C^6H^5\end{matrix}.$$

m.-Phénylène-diamine. — La réaction est plus nette. En présence d'acétate de sodium, on obtient un beau précipité rouge qui goudronne peu à peu, en se transformant en magma rouge brun. Par lavage à l'alcool et cristallisation dans l'eau, on obtient finalement des cristaux jaune rouge fondant à 115°-116°, constitués par de la chrysoïdine : le diazoaminé n'a été qu'un terme de passage, non isolable.

$$2(C^6H^5.N^2Cl) + C^6H^4.(NH^2)^2 = \underset{\text{Diazoaminé instable.}}{C^6H^4\langle\begin{matrix}NH - N^2.C^6H^5 \\ NH - N^2.C^6H^5\end{matrix}};$$

$$C^6H^4\langle\begin{matrix}NH - N^2.C^6H^5 \\ NH - N^2.C^6H^5\end{matrix} + H^2O = \underset{\text{Chrysoïdine.}}{C^6H^5.N^2 - C^6H^3\langle\begin{matrix}NH^2 \\ NH^2\end{matrix}} + C^6H^5.OH + N^2.$$

p.-Phénylène-diamine. — Je n'ai pas pu obtenir la copulation du diazobenzène et de la paraphénylène-diamine : malgré toutes les variantes introduites dans les conditions employées, le diazobenzène se décompose avec violence sans réagir.

Les résultats négatifs ou peu satisfaisants que j'ai obtenus dans les réactions précédentes doivent être attribués au défaut de stabilité des dérivés diazoïques des phénylènes-diamines (*m.*) et (*p.*). On sait, d'autre part, que la phénylène-diamine (*o.*) n'est pas diazotable et qu'elle se transforme par

l'action de l'acide nitreux en dérivé azimidé de la forme

$$C^6H^4 \langle {N \atop NH} \rangle N.$$

La diazotation des phénylènes-diamines n'est pas assimilable à celles des monamines telles que l'aniline. Cette diazotation, en effet, est nulle avec la modification ortho; elle aboutit, avec les modifications méta et para, à des composés très instables, réagissant avec difficulté, et paraissant réfractaires à certaines copulations qui se réalisent très facilement avec les diazoïques des monamines.

En cherchant les causes des différences que présentent, au point de vue de la diazotation, les monamines et les phénylènes-diamines, j'ai pensé qu'elles pouvaient être attribuées à ce fait que deux chaînes NH^2, liées *au même noyau benzénique*, étaient, par ce fait même, difficilement diazotables, et que, lorsque les deux chaînes étaient voisines comme dans la modification ortho, la diazotation devenait impossible.

Pour vérifier cette explication, j'ai étudié la diazotation de la benzidine et les propriétés des dérivés diazoïques obtenus.

Diazotation de la benzidine. — La benzidine $\begin{matrix}(1)\ C^6H^5 - NH^2\ (4) \\ | \\ (1)\ C^6H^5 - NH^2\ (4)\end{matrix}$ se diazote au contraire avec la plus grande facilité : le diazoïque obtenu par transformation des deux groupes NH^2 en groupements $(-N^2-)$ est très stable, et se copule aisément avec les amines et les phénols. On sait qu'un grand nombre de matières colorantes dites *substantives* sont obtenues par ces copulations.

J'ai pu obtenir, par copulation avec l'aniline, une série de composés nouveaux.

Je me borne ici à poser cette règle relative à la diazotation des diamines aromatiques :

La diazotation des deux groupes NH^2 des diamines s'accomplit comme celles des monamines quand les groupes NH^2 sont liés à des noyaux benzéniques distincts. Quand les deux groupes sont liés au même noyau, la diazotation ne s'effectue pas (dérivés *o.*) ou elle donne des dérivés diazoïques très instables (dérivés *m.* et *p.*) ne se prêtant pas à certaines copulations et, en particulier, à la formation de dérivés diazoaminés.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'oxyde de carbone dans l'air par l'anhydride iodique.* Note de MM. **Albert-Lévy** et **A. Pécoul**, présentée par M. Armand Gautier.

Dans ses importantes recherches sur les gaz combustibles de l'air, recherches devenues classiques, M. Armand Gautier a bien établi :

« 1° Que l'oxyde de carbone mélangé d'air réagit en totalité sur l'anhydride iodique chauffé à 65°-70°, quelle que *soit sa dilution* et *jusqu'à la plus infime parcelle*. »

» 2° Que l'acétylène agit bien sur l'anhydride iodique, même à 35°, mais que la réaction est incomplète. Avec des dilutions de 10 à 20 volumes pour 10000 volumes d'air on n'oxyde qu'une fraction variant entre 1 à 2 dixièmes. »

Nos expériences montrent qu'à des dilutions plus grandes encore la fraction d'acétylène oxydée continue à diminuer; par exemple, un mélange de 4 volumes d'acétylène dans 10000 d'air ne nous donne avec le chloroforme qu'une teinte insensible qui ne correspond même pas à un demi-cent millième de notre gamme colorée.

Dans ces mêmes conditions, le passage d'un même volume d'air ($3^l,5$) contenant un seul dix-millième d'oxyde de carbone, c'est-à-dire une dilution quatre fois plus grande, nous donne une coloration intense.

Un mélange de 1 volume d'acétylène dans 10000 volumes d'air ne produit aucune coloration.

Donc, dans les conditions où nous utilisons notre appareil avertisseur d'oxyde de carbone, l'action de l'acétylène, en admettant même, ce qui est douteux, qu'on constatât sa présence dans les locaux habités, n'influerait en rien sur la détermination quantitative et même qualitative de l'oxyde de carbone.

Si cet appareil devait servir à des déterminations industrielles, il conviendrait de faire ce que nous faisons dans le laboratoire, c'est-à-dire d'éliminer non seulement l'acétylène, mais tous les gaz (hydrogène sulfuré, vapeurs nitreuses, etc.) qui, dans ces cas particuliers, peuvent exister accidentellement dans l'atmosphère examinée. Dans le laboratoire et quand nous avons besoin d'une extrême précision, ce n'est plus dans le chloroforme, mais dans une solution de potasse que nous recevons l'iode dégagé (modification *Rabourdin-Nicloux*).

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de petites quantités de chloroforme; son dosage : 1° dans l'air; 2° dans le sang ou dans un liquide aqueux.* Note de M. **Maurice Nicloux**, présentée par M. Armand Gautier.

On connaît la réaction classique de J.-B. Dumas :

$$CHCl^3 + 4KOH = 3KCl + HCO^2K + H^2O.$$

Un certain nombre d'auteurs se sont déjà servis de cette décomposition du chloroforme par la potasse en vue du dosage de quantités notables. G. Chancel et P. Parmentier, les premiers, l'ont employée au cours de leurs recherches sur l'hydrate de chloroforme et sur la solubilité du chloroforme dans l'eau; puis viennent dans l'ordre chronologique : L. de Saint-Martin, A.-P. Saunders, Puckner [1]. Tous ont reconnu qu'en opérant en tube ou en vase scellé, la réaction ci-dessus est quantitative et peut servir, par la détermination du chlore, au dosage du chloroforme; ils ont opéré sur des quantités variant de $0^g,2$ à 2^g.

Cette réaction peut-elle s'appliquer aux petites quantités de chloroforme (maximum : $0^g,1$) et peut-on éviter la complication du tube scellé? J'y suis arrivé de la façon suivante :

Dans un ballon muni d'un bouchon de liège dans lequel passe l'extrémité d'un réfrigérant énergique à reflux, on introduit un certain volume d'une solution alcoolique titrée de chloroforme (préparée en brisant au sein de l'alcool une ampoule de verre contenant un poids connu de chloroforme), puis de l'alcool pour compléter le volume de 60^{cm^3}, et enfin 10^{cm^3} de potasse alcoolique à 10 pour 100, exempte de chlorures. On porte à l'ébullition 30 à 45 minutes et, pour plus de sûreté, 1 heure pour les quantités supérieures à 50^{mg}. On refroidit alors le ballon, on ajoute une petite quantité d'eau (15^{cm^3}), et l'on neutralise exactement en se servant de la phtaléine comme indicateur; il se précipite du sulfate de potasse; dans le liquide exactement décoloré, on ajoute du chromate neutre de potasse, et l'on titre avec une solution de nitrate d'argent renfermant $8^g,535$ de ce sel par litre, dont 1^{cm^3} représente 2^{mg} de chloroforme. Un demi-dixième de centimètre cube de la solution d'argent produisant le virage [2], la quantité de chloroforme est donc déterminée avec une erreur absolue qui ne dépasse pas $0^{mg},1$; l'erreur

(1) On trouvera les indications bibliographiques complètes dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie,* séance du 13 janvier 1906.

(2) En prenant quelques précautions dont on trouvera les détails dans les *C. R. de la Société de Biologie*, séance du 13 janvier 1906; la sensibilité est de même ordre par la méthode au sulfocyanure.

relative est de : 1 pour 100 environ, la quantité de chloroforme oscillant autour de 10^{mg}; de 0,2 pour 100, quand cette quantité est de 50^{mg}.

Voici les résultats de quelques expériences :

	Première série.				Deuxième série.			
Chloroforme mis en milligrammes....	5	10	20	100	4	10	20	40
Chloroforme retrouvé en milligrammes.	5	9,8	19,4	96	4	9,9	19,7	39,4

Ces chiffres montrent l'exactitude de la méthode; on peut, il est vrai, constater une erreur en moins de 1,5 à 2 pour 100; mais, cette erreur se reproduisant constamment dans tous les essais, je la suppose systématique (¹).

En possession de cette méthode j'ai cherché à l'appliquer à la recherche du chloroforme dans quelques conditions intéressantes aux points de vue physiologique et médico-légal, savoir : dosage du chloroforme dans l'air, dosage dans le sang ou dans un liquide aqueux quelconque.

a. Dosage du chloroforme dans l'air. — Pour amener tout le chloroforme en vapeur dans l'air à l'état de dissolution dans l'alcool, j'opère comme il suit :

On fait passer l'air contenant le chloroforme dans deux barboteurs à analyse organique placés à la suite l'un de l'autre et contenant de l'alcool à 95°. Le second sert de témoin; on constate que, si le courant de gaz n'est pas trop rapide (1^{l} en 30 minutes), le premier tube suffit à lui seul à arrêter, pour la plus grande partie, la vapeur de chloroforme.

Pour justifier ce mode opératoire si simple, j'ai institué un certain nombre d'expériences de contrôle dont on trouvera, par ailleurs, le mode opératoire et les résultats (¹).

b. Dosage du chloroforme dans le sang ou dans un liquide aqueux quelconque (²). — Pour faire la substitution du milieu alcoolique au milieu aqueux, il suffit d'opérer ainsi :

On ajoute au sang ou au liquide aqueux cinq fois son volume d'alcool à 80°-95° acidifié d'acide tartrique ($0^{g},25$). On place le tout dans un ballon, on distille dans l'appareil de Schlœsing qui fonctionne comme appareil à distillation fractionnée et l'on recueille le liquide distillé dans 10^{cm^3} d'alcool à 95°, placé, avant toute distillation, dans l'éprouvette qui recevra le liquide distillé; on distille le tiers du volume total qui renferme

(¹) Je note, en passant, que cette erreur a été signalée, et justement pour cette même valeur de 2 pour 100, par L.-G. de Saint-Martin.

(²) *Société de Biologie*. Séance du 13 janvier 1906. On y trouvera la technique de ces expériences.

alors la totalité du chloroforme, en dissolution dans l'alcool, et l'on termine le dosage comme il a été dit plus haut ([1]).

Je donnerai ici quelques-uns des résultats :

Chloroforme ajouté à 20^{cm^3} de sang...	5^{mg}	10^{mg}	15^{mg}	20^{mg}
Chloroforme retrouvé..............	$4^{mg},9$	$9^{mg},7$	$14^{mg},4$	$19^{mg},6$

C'est, comme on le voit, à peu de chose près, la même erreur systématique, de 2 pour 100 environ, déjà signalée plus haut pour le chloroforme pur.

En résumé, les méthodes de dosage que je viens d'exposer donnent la possibilité au physiologiste et au médecin légiste d'effectuer le dosage du chloroforme, par l'emploi d'une technique simple, rapide, d'une très grande exactitude.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la combustion de l'acétylène par l'oxygène.* Note de M. **Paul Mauricheau-Beaupré**, présentée par M. H. Moissan.

On sait depuis longtemps que l'azote peut s'oxyder *par entraînement* dans toutes les combustions à l'air; M. Berthelot a précisé les conditions de cette oxydation ([2]).

Ayant eu à étudier la combustion, par des appareils tels que le chalumeau oxy-acétylénique, de l'acétylène avec l'oxygène, j'ai constaté que la grande vitesse des gaz pratiquement nécessaire pour empêcher le retour de la flamme, la haute température de celle-ci et son faible volume produisaient dans l'air des quantités notables d'ozone et de composés oxygénés de l'azote, quantités variables d'ailleurs avec les autres conditions de l'expérience.

Ces gaz, dilués dans les produits de la combustion, vapeur d'eau et gaz carbonique, agissent sur l'iodure de potassium, décolorent l'indigo, brunissent l'oxyde de thallium et présentent au tournesol une réaction nettement acide. Si l'on absorbe les composés oxygénés de l'azote par des lavages successifs à l'acide sulfurique pur et à la potasse, on décèle la présence de l'ozone, en constatant par exemple que l'iodure de potassium,

---

([1]) M. Armand Gautier a déjà donné une méthode de dosage qui consiste à déplacer le chloroforme du sang, porté à 60°, par un courant d'hydrogène, à faire passer le mélange gazeux dans un tube au rouge et à doser par l'argent l'acide chlorhydrique formé (voir son *Cours de Chimie*, 2e édition, p. 62).

([2]) *Comptes rendus,* t. CXXX, 1900, p. 1345, 1662, et surtout *Annales de Chimie*, 7e série, t. XXI, p. 144 à 201.

qui est encore altéré par les gaz restants, cesse de l'être aussitôt que ceux-ci ont été chauffés à 200°.

J'ai vérifié en outre que les composés oxygénés de l'azote, dans les conditions chimiques et dans l'état de dilution où ils se présentent à la suite de combustions vives telles que celles du magnésium, de l'hydrogène ou de l'acétylène dans l'air, ont une action réductrice marquée sur l'anhydride iodique chauffé à 80°, et qu'il en est de même de l'air qui a subi une série d'étincelles électriques.

On peut, même dans le cas où les atmosphères industrielles contiennent des vapeurs nitreuses, utiliser l'appareil si pratique de MM. Albert-Lévy et Pécoul, à la condition d'arrêter au préalable les composés oxygénés de l'azote. J'y suis arrivé (par un procédé analogue à celui employé par M. Armand Gautier pour arrêter les gaz acides de l'atmosphère) en faisant passer les gaz provenant de la combustion de l'acétylène avec l'oxygène dans une série de tubes contenant de petits cristaux de sulfate ferreux, imprégnés de potasse concentrée; dans ces conditions, l'appareil de MM. Albert-Lévy et Pécoul témoigne que la quantité d'oxyde de carbone est inférieure à $\frac{1}{100000}$.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Proportionnalité directe entre le point cryoscopique d'une eau minérale de la classe des bicarbonatées et la composition de cette eau exprimée en sels anhydres et en monocarbonates.* Note de M. **Lucien Graux**.

Les recherches que j'ai faites depuis plus d'une année sur la cryoscopie des eaux minérales m'ont permis de déterminer d'une façon rigoureuse la relation existant entre le point cryoscopique d'une eau minérale de la classe des bicarbonatées et sa composition.

Les analyses des eaux minérales sont rédigées habituellement en bicarbonates. Il n'existe alors aucune relation entre le chiffre total de leurs minéralisations et celui de leurs points cryoscopiques.

C'est ainsi que l'analyse de l'eau de Châtel-Guyon se présente avec un total de 8g,3986. Or, son point cryoscopique est : $\Delta = -0,338$.

On sait d'autre part que le point cryoscopique d'une solution isotonique (c'est-à-dire de 9g par litre) est $\Delta = -0,560$.

Le rapport des points cryoscopiques est :

$$\frac{-0,560}{-0,350} = 1,600.$$

Le rapport des minéralisations de l'eau de Châtel-Guyon et de la solution isotonique

est alors inexplicable :

$$\frac{9}{8,39} = 1,050.$$

J'ai recalculé cette analyse en monocarbonates : le total obtenu est de 5^g,832.

Le rapport des minéralisations concorde cette fois d'une façon très satisfaisante avec celui des points cryoscopiques :

$$\frac{9}{5,832} = 1,540.$$

Il en est de même pour les autres eaux bicarbonatées. A Royat, par exemple, le chiffre total de la minéralisation est de 3^g,847 au lieu de 5^g,623 et à Vichy (Célestins) de 4^g,8639 au lieu de 8^g,244, etc.

Dans toutes les eaux observées le point cryoscopique était proportionnel au chiffre total exprimé en monocarbonates et entièrement hors de proportion avec celui de la minéralisation hypothétique des bicarbonates.

Voulant préciser la façon dont se comporte dans une eau minérale l'acide carbonique dit *demi-libre*, j'ai expérimenté avec des solutions pures de carbonate et de bicarbonate de soude.

Le point cryoscopique d'une solution contenant par litre un dixième de la molécule-gramme de carbonate de soude, c'est-à-dire 10^g,6, est —0,455.

Celui d'une solution contenant par litre un dixième de molécule-gramme de bicarbonate de soude pur, c'est-à-dire 8^g,4, est —0,389.

Or le point cryoscopique d'une solution contenant une demi-molécule-gramme de carbonate bisodique (soit 5,3 de carbonate) est —0,356, c'est-à-dire un chiffre sensiblement le même que celui de la solution précédente.

Il s'ensuit que, dans une solution de bicarbonate sodique, seule la molécule de carbonate influe sur la pression osmotique. L'acide carbonique demi-libre ne se comporte pas autrement au point de vue cryoscopique que s'il était entièrement libéré.

J'ai donc le droit de conclure des recherches précédentes qu'il serait rationnel de présenter les analyses des eaux minérales sous forme de monocarbonates.

On peut formuler ainsi la loi que j'ai déterminée :

Il existe une proportionnalité directe entre le point cryoscopique d'une eau minérale de la classe des bicarbonatées et la composition de cette eau, exprimée en sels anhydres et en monocarbonates.

MINÉRALOGIE. — *Sur les cristaux mixtes d'azotates alcalins.* Note de M. **Fréd. Wallerant**, présentée par M. de Lapparent.

J'ai déjà entretenu l'Académie des propriétés des cristaux mixtes de certains azotates alcalins. Je voudrais aujourd'hui lui signaler les particularités les plus intéressantes des cristaux mixtes des autres azotates.

Considérons d'abord ceux qui résultent de la cristallisation simultanée des azotates d'ammonium et de rubidium. Ces deux sels se mélangent en toutes proportions pour cristalliser, mais s'il y a continuité entre les cristaux mixtes au point de vue de la composition, sous le rapport des propriétés physiques, ils se répartissent en trois séries absolument distinctes. Les cristaux de l'une sont rhomboédriques quasi-cubiques, isomorphes des cristaux d'azotate de rubidium pur; les cristaux d'une deuxième série sont isomorphes des cristaux d'azotate d'ammonium; mais ce sont les cristaux de la troisième série, placée entre les deux autres, qui présentent de l'intérêt. Pour pouvoir le mettre en évidence, il me faut rappeler les propriétés de l'azotate de thallium. Ce dernier, orthorhombique, cristallise presque toujours en octaèdres, dont les faces ont reçu les caractéristiques (111); il en résulte pour les paramètres les valeurs 0,511 : 1 : 0,651, qui sont très voisines des valeurs des paramètres de l'azotate de potassium. On en concluait que les deux sels étaient isomorphes et, comme les angles des faces *m* sont de 118°52′ dans l'azotate de potassium et de 125°52′ dans l'azotate de thallium, il en résultait que, dans deux cristaux isomorphes, les différences entre les angles pouvaient s'élever à 7°. Or il n'y a en réalité aucun rapport entre les formes cristallines de ces deux azotates. Si en effet on comprime une section de $TlAzO^3$, parallèle à *p*, c'est-à-dire perpendiculaire à la bissectrice aiguë des axes optiques, on détermine la formation de quatre systèmes de macles dodécaédriques, c'est-à-dire dont les plans sont orientés comme les quatre plans b^1 d'un cristal quadratique : les traces des plans de macles font en effet des angles très voisins de 45° avec les traces des plans de symétrie.

Les cristaux d'azotate de thallium sont donc quasi-quadratiques, ce qui se comprend, car si l'on multiplie par 2 le premier paramètre, on obtient les valeurs 1,022 : 1 : 0,651, voisines de 1 : 1 : 0,702, paramètres d'un cristal cubique rapporté à deux axes binaires et à un axe quaternaire. Il n'y a donc aucun rapport entre ces cristaux quasi-quadratiques et les cristaux

de $KAzO^3$, qui sont quasi-ternaires, comme le montre la présence de macles dont les plans font entre eux des angles voisins de 120°. Cela posé, les cristaux mixtes de la troisième série présentent tous les caractères physiques des cristaux de $TlAzO^3$: mêmes macles, orientées de la même façon relativement aux axes optiques, même angle pour ces axes, même signe optique, même biréfringence moyenne et même dispersion : de telle sorte qu'il est impossible de distinguer les préparations des deux espèces de cristaux. On est donc amené à cette conclusion que les azotates d'ammonium et de rubidium, qni ne sont ni l'un ni l'autre isomorphes de l'azotate de thallium, donnent par leur mélange des cristaux possédant cette isomorphie.

A la température ordinaire, les azotates de potassium et d'ammonium donnent également trois séries de cristaux mixtes : la première comprenant des cristaux orthorhombiques, isomorphes du $KAzO^3$; la seconde, séparée par une lacune de la précédente, comprenant des cristaux monocliniques; et la troisième, en continuité de composition chimique avec la précédente, comprenant des cristaux isomorphes du $AmAzO^3$. Quand on augmente progressivement la quantité de $KAzO^3$, on constate que la modification du $AmAzO^3$, stable entre 32° et 82°, devient stable dans les mélanges à des températures de plus en plus basses et que c'est à cette modification qu'appartiennent les cristaux monocliniques de la seconde série; dans ces cristaux, l'angle des axes optiques va en augmentant et devient supérieur à 90°, de sorte que les cristaux, d'abord positifs, sont ensuite négatifs. En outre, il faut signaler que la modification rhomboédrique du $KAzO^3$ devient biaxe dans les cristaux mixtes, l'angle des axes augmentant avec la teneur en $AmAzO^3$.

Enfin, je terminerai en faisant remarquer qu'à la température ordinaire il n'y a que deux azotates alcalins qui soient isomorphes, les azotates de rubidium et de cæsium. Les autres ne sont isomorphes qu'à des températures plus élevées et en général dans un intervalle limité.

MINÉRALOGIE. — *Les roches alcalines des environs d'Évisa* (*Corse*). Note de M. **Deprat**, présentée par M. A. Lacroix.

Nous avons consacré cette année une assez longue période à l'étude des roches alcalines signalées sur la feuille de Vico par MM. Le Verrier et Nen-

tien (¹). Ces auteurs indiquent l'existence de granulites sodiques dans le massif des Calanques de Piana. M. Nentien, qui a plus spécialement étudié la question, localise ces roches dans la gorge de la Speluncata entre Ovisa et Ota, sur une longueur de 1^{km} pour 200^{m} à 300^{m} de large; en outre, il considère comme appartenant au même type, mais altéré, les granulites des Calanques de Piana. Des recherches détaillées nous ont fait voir que les granulites des Calanques sont des granulites à biotite n'appartenant pas à cette série. Quant au gisement des roches sodiques d'Évisa, il est plus considérable qu'on ne le supposait : il a 12^{km} environ de longueur et 6^{km} de largeur.

Les crêtes de la Scalella, du Forcelle, le Capo alla Cuculla, toute une partie de la vallée de Lonca (versant Sud), le Capo al Frassello sont occupés par ce type spécial; de sorte que le gisement couvre une superficie de 75^{km^2} environ. Ces roches, loin d'être un type rare, sont donc, au contraire, abondantes en Corse.

L'étude minéralogique d'une partie de ces roches a été faite, il y a quelques années, par M. A. Lacroix d'après des échantillons recueillis dans la Spelunca par M. Nentien. Nos études sur le terrain nous ont permis de recueillir des types très variés montrant une succession d'injections filoniennes d'acidité décroissante dans la masse principale.

Cette dernière est constituée par les *granulites* à *riébeckite* et *ægyrine* du type normal décrites par M. A. Lacroix, riches en *anorthose* et *albite*. La teneur en SiO^2 est élevée de 76 pour 100 environ; le *quartz* est très abondant. Tous les types de structure des roches de ce groupe sont représentés : modes granitique, granulitique, pegmatoïde, micropegmatoïde, microgranulitique. Les pegmatites ont été indiquées par M. Nentien près du pont génois de la Spelunca, nous en avons trouvé des gisements plus beaux et plus étendus dans le massif de la Cuculla, notamment au col de Salto où l'on peut recueillir des cristaux de riébeckite de 20^{cm} de longueur. La composition normale de ces roches est la suivante : quartz, orthose, anorthose, albite, riébeckite, parfois ægyrine, *astrophyllite* rare, *zircon* abondant, parfois *fluorine*. Ces roches, qui forment le type le plus ordinaire, sont traversées par des filons dans lesquels l'ægyrine prédomine et parfois existe *seule*, en fait d'élément coloré. Nous avons recueilli de beaux échantillons dans lesquels ce minéral en prismes de 3^{cm} de longueur est uniquement accompagné de quartz, d'orthose, anorthose et albite.

Les filons d'âge plus récent sont surchargés de riébeckite; au Capo alla Cuculla, ce

(¹) Le Verrier, *Comptes rendus*, t. CIX, 1889, p. 38. — Nentien, *Étude sur la constitution géologique de la Corse*, 1897. Paris, Imprimerie nationale.

minéral forme plus des deux tiers de la roche; l'acidité de celle-ci est alors beaucoup plus faible; enfin certains échantillons sont presque uniquement composés de riébeckite et parfois d'un peu d'ægyrine.

Sur la bordure du massif, dans les gorges de Lonca, nous avons observé des filons d'une roche formée de longs microlites d'albite et d'anorthose avec riébeckite et œgyrine et injectés dans des tufs probablement carbonifères; le quartz y est plus rare, et la roche passe parfois à de véritables syénites à ægyrine.

Les filons aplitiques perçant le granite sont abondants; M. Nentien en a signalé quelques-uns. Nous en avons recueilli un près d'Ota, ne renfermant que du quartz, de l'anorthose et de l'ægyrine, en prismes fins et allongés.

En résumé, les roches alcalines à riébeckite et œgyrine d'Évisa appartiennent à un magma spécial qui paraît avoir donné au début de puissantes masses intrusives très acides, assez riches en soude, mais dont l'acidité a été en décroissant, tandis que l'enrichissement en soude allait croissant, de sorte que les derniers types, les plus récents, sont des roches de couleur foncée, avec alcalis en excès (soude dominante). Nous avons désiré surtout mettre ce fait en lumière dans la présente Note. L'étude détaillée des différents types sera faite, au point de vue minéralogique et chimique, dans un Mémoire spécial, où nous chercherons à mettre en relief, par les résultats de l'analyse chimique, l'évolution du magma qui leur a donné naissance.

Quant à la question d'âge, nous croyons que la mise en place des types les plus acides est antécarbonifère; elle a dû se terminer vers la fin de cette période pour les types les plus basiques (¹).

Nous avons recueilli dans les granulites sodiques d'Évisa des enclaves de cornéennes, dans lesquelles l'action du magma a fait naître en abondance la riébeckite, et une hornblende sodique verte.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le débit urinaire*. Note de MM. **Henri Lamy** et **André Mayer**, présentée par M. Dastre.

Dans une Communication précédente, développée dans un Mémoire plus détaillé (²), nous avons montré qu'il n'y a pas de rapport direct et simple entre les variations de composition du sang et celles de l'urine; la compa-

---

(¹) Concurremment peut-être avec les trachytes et andésites d'Osani.

(²) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 683 et *Journal de Physiologie et de Pathologie générales*, 4ᵉ série, t. VII, p. 679.

raison des concentrations de chaque substance dans le sang et dans l'urine montre que le rein accomplit un travail actif de sélection.

Nous nous sommes demandé si un phénomène analogue se produit en ce qui concerne, non plus la composition, mais la quantité d'urine. En précisant la question, il s'agit de savoir quel rapport existe entre le débit de l'urine (ou mieux de l'eau de l'urine) et le débit du sang (ou mieux de l'eau du sang) dans le rein.

Opérations. — Le débit de l'urine se mesure directement. La quantité d'eau contenue dans le sang à chaque moment peut être connue en cherchant le poids sec d'une quantité donnée de sang. La connaissance du débit du sang dans le rein nécessite une technique particulière : les animaux (chiens de grande taille) sont chloralisés. On fait rapidement une laparotomie; on passe sous la veine cave, à un niveau un peu supérieur à celui de l'abouchement des veines rénales, un gros fil souple. Puis on lie l'une des veines iliaques primitives et toutes les veines affluentes dans l'autre iliaque. On suture la paroi intestinale. On découvre alors la veine fémorale à la cuisse; on l'incise. L'animal est prêt pour l'expérience : chaque fois que l'on veut mesurer le débit du sang dans le rein, par l'ouverture de la fémorale on introduit un gros tube d'étain dans la veine cave, jusqu'au-dessous des rénales. On tend le fil placé sous la cave, au-dessus des rénales : le sang des rénales s'écoule tout entier par le tube d'étain dans une éprouvette graduée,.et l'on en mesure le débit au chronographe. D'autre part, on recueille à ce moment une certaine quantité de sang carotidien qu'on pèse immédiatement et qu'on pèse de nouveau après l'avoir desséché 3 jours dans une étuve à 120°.

Les variations de composition et le débit du sang sont obtenus par l'injection intraveineuse de chlorure de sodium, de sulfate de soude, de sucres et d'urée. On suit parallèlement le débit et la composition du sang et de l'urine. L'étude des protocoles d'expérience permet de dégager les faits suivants :

I. Lorsqu'on fait des injections de solutions très concentrées de sucres ou de saccharose on constate un certain parallélisme entre le débit de l'eau du sang dans le rein et le débit de l'urine. Mais, même dans ces cas de parallélisme apparent, un certain nombre d'observations s'imposent.

1° *Il n'y a pas de rapport entre les chiffres absolus de l'accélération du débit de l'eau du sang à travers le rein, et du débit urinaire :* Après l'injection d'une même dose de saccharose, le débit de l'eau dans le rein devient dans une expérience 1,5 fois, dans une autre 2 fois plus rapide; le débit de l'urine devient 200 fois plus fort dans la première, 40 fois dans la seconde.

2° *Les différentes substances qui accélèrent également le débit du sang n'accélèrent pas également le débit urinaire :* Par exemple, l'injection d'une cer-

taine dose de NaCl et celle d'une certaine dose de saccharose, accélèrent toutes deux 1,02 fois le débit de l'eau du sang dans le rein. Mais la première accélère le débit urinaire 6 fois, la seconde 46 fois. D'ailleurs d'une façon générale, les sucres accélèrent beaucoup plus (5 à 10 fois) le débit urinaire que le chlorure de sodium.

3° 1 heure environ après l'injection du sucre, le débit de l'eau du sang et le débit urinaire diminuent, mais *non parallèlement*. Le débit du sang diminue beaucoup plus vite. Dans certains cas, le débit du sang peut devenir moitié moindre de ce qu'il était avant l'injection, le débit de l'urine étant encore 20 fois plus fort.

II. Mais toute une série d'expériences apporte à la question qui nous occupe une réponse beaucoup plus décisive. A la suite d'injections de solutions de concentration moyenne (1^g par kilogramme d'animal) de NaCl, ou de saccharose et *à la suite d'injection, même à haute dose, d'urée,* le débit de l'eau du *sang à travers le rein diminue, le débit urinaire augmente.*

Exemple :

La première colonne indique la durée de l'observation. Tous les débits sont calculés pour 10 minutes. L'eau est exprimée en millilitres, l'urée en milligrammes. Dosage de l'urée dans l'urine par la méthode de Moreigne, dans le sang par celle de Gréhant. (9 décembre 1905. Bâtard caniche 18^{kg}.)

	Débit du sang.			Débit de l'urine.	
Durée.	Sang total.	Eau.	Urée.	Eau.	Urée.
min 20...........	3000	2511	252	5	33
Injection de 30^g d'urée dans 100^{cm^3} d'eau en 4 minutes.					
15...........	1980	15,2	2376	266	585
30...........	1080	852	1404	70	207
40...........	840	656	957	5	12

CONCLUSIONS. — *Le débit urinaire ne dépend directement ni du débit du sang, ni du débit de l'eau du sang dans le rein. Les cellules rénales jouent dans l'excrétion de l'eau un rôle actif.*

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la vitelline de l'œuf.* Note de M. L. HUGOUNENQ, présentée par M. Armand Gautier.

Le vitellus de l'œuf des oiseaux contient plusieurs principes immédiats d'une grande importance dans l'édification des tissus de l'embryon : les

graisses, les lécithines, l'hématogène, cette nucléoprotéide que nous avons récemment étudiée [1] et où s'accumulent, en même temps que le fer du sang, la plupart des éléments minéraux : le phosphore, le soufre, la chaux, la magnésie. De tous ces principes immédiats du vitellus le plus important par sa masse est la matière albuminoïde combinée à la nucléoprotéide, la vitelline proprement dite. C'est cette matière que j'ai soumise à une hydrolyse énergique pour étudier ses produits de dédoublement.

1^{kg} de vitelline de l'œuf de poule préparée par les procédés ordinaires a été traité à l'ébullition, pendant 16 heures, par de l'acide sulfurique dilué de 2^{vol} d'eau. Pour 1^{kg} de vitelline on a employé 6^{kg} d'acide étendu, en ayant soin d'ajouter 100^{g} de chlorure de sodium pour assurer une destruction plus complète de la substance albuminoïde.

Du liquide noir ainsi obtenu, on a isolé les diamines par l'acide phosphotungstique et on les a séparées ensuite par la méthode de Kossel et Kutscher. L'eau mère, privée d'acide phosphotungstique par la baryte, contient les monoamides : on l'évapore; les acides monoamidés sont éthérifiés par l'alcool et l'acide chlorhydrique; on sépare les éthers par distillation fractionnée sous pression réduite et on les saponifie par la baryte : les acides devenus libres sont enfin isolés grâce à une longue série de cristallisations.

De ce dédoublement de la vitelline nous avons pu extraire et caractériser les composés suivants :

Arginine $C^6H^{14}Az^4O^2$	1 pour 100 de vitelline
Histidine $C^6H^9Az^3O^2$	2,2 »
Lysine $C^6H^{14}Az^2O^2$	1,2 »
Tyrosine $C^9H^{11}AzO^3$	2,0 »
Leucine droite $C^6H^{13}AzO^2$	6,8 »
Acide amino-valérique $C^5H^{11}AzO^2$	1,5 »
Acide pyrrolidine-carbonique $C^5H^9AzO^2$....	moins de 0,5 pour 100
Alanine $C^3H^7AzO^2$	» 0,5 »
Glycocolle $C^2H^5AzO^2$	» 0,2 »
Sérine $C^3H^7AzO^3$	» 0,2 »
Phénylalanine $C^9H^{11}AzO^2$	0,7 pour 100
Acide glutamique $C^5H^9AzO^2$	0,9 »
Acide aspartique $C^4H^7AzO^2$	0,7 »

Ajoutons, à ces composés, des matières humiques en abondance, de l'ammoniaque et une base non déterminée précipitable par l'acide phosphotungstique et dont le picrate, fusible à 95°, était en quantité trop faible pour qu'on ait pu la caractériser.

---

(1) L. Hugouneno et Albert Morel, *Comptes rendus*, 10 avril et 20 novembre 1905.

Il est à remarquer que la caséine, comme la vitelline, ne donne que très peu de glycocolle, en admettant même que ce glycocolle ne provienne pas d'une impureté.

La caséine et la vitelline donnent les mêmes produits de dédoublement et, autant qu'on puisse s'en rendre compte, les proportions respectives des acides amidés sont de même ordre.

La matière albuminoïde fondamentale du lait et celle du jaune de l'œuf sont manifestement très voisines : elles sont formées l'une et l'autre par l'union d'une albumine avec une paranucléine. Les paranucléines diffèrent; mais les albumines se comportent à l'hydrolyse comme si elles étaient constituées de la même façon.

A l'analogie des fonctions physiologiques correspond une analogie de structure (1).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches sur les oxydations produites par les tissus animaux en présence des sels ferreux.* Note de M. F. **Battelli** et de M^lle^ L. **Stern**, présentée par M. A. Chauveau.

Nous avons démontré que les émulsions de muscles de cheval ou de chien mises en présence des sels ferreux décomposent énergiquement l'acide lactique avec dégagement de CO^2. Nous avons émis l'hypothèse que cette oxydation de l'acide lactique serait due à l'action combinée du sulfate ferreux et du peroxyde d'hydrogène. Ce dernier se formerait dans les tissus lorsqu'on les met en contact avec de l'oxygène. Quant au sel ferreux, il serait représenté dans l'organisme par l'anticatalase.

L'organisme animal brûle complètement les hydrates de carbone, les graisses, les acides gras, etc., mais chez les mammifères l'azote est éliminé principalement sous forme d'urée. Nous avons recherché si le système peroxyde d'hydrogène-sel ferreux oxyde l'urée. Nous avons constaté que cette oxydation ne se fait pas ou que du moins il n'y a pas formation de CO^2. On sait au contraire que ce même système (peroxyde d'hydrogène-sel ferreux) oxyde complètement jusqu'à formation de CO^2 et d'eau les hydrates de carbone et les acides de la série grasse. Nous avons ainsi une nouvelle analogie entre les oxydations qui ont lieu dans l'organisme animal et celles

(1) J'ai été aidé, dans ces recherches, par mon préparateur, M. J. Galimard, que je tiens à remercier.

qui peuvent être produites par le peroxyde d'hydrogène en présence d'un sel ferreux.

Dans nos premières recherches nous avions constaté que les émulsions de muscles mises en présence de sulfate ferreux ne décomposent pas l'acide lactique en l'absence d'oxygène. Les émulsions de rein de cheval se comportent de la même manière. Ce résultat nous amène à supposer qu'il existe dans les tissus animaux une substance qui, en présence de l'oxygène, donne lieu à la formation de peroxyde. Nons aurions ainsi dans les tissus un *peroxydogène* qui produit du peroxdye d'hydrogène lorsqu'il se trouve en contact avec de l'oxygène libre ou très faiblement lié.

Nous avions en outre constaté qu'après la mort les muscles perdent rapidement la propriété d'oxyder l'acide lactique en présence du sel ferreux. On peut supposer que cela est dû à une altération du peroxydogène. Or, nous avons trouvé que le peroxydogène se garde beaucoup plus longtemps si l'on a soin d'alcaliniser les extraits. Nous procédons de la manière suivante. Les tissus sont pris immédiatement après la mort de l'animal. On les broie. On ajoute un égal volume d'une solution d'hydrate de sodium à 1 pour 1000. Lorsqu'il s'agit de muscles il est souvent nécessaire d'ajouter après quelques heures une nouvelle quantité d'hydrate de sodium, parce que la formation d'acide dans les muscles après la mort est plus considérable que dans les autres tissus.

Ces émulsions alcalinisées, gardées à très basse température, conservent leur peroxydogène pendant plusieurs jours. Le peroxydogène paraît au contraire se détruire rapidement en milieu acide. Si l'on acidifie légèrement par un acide organique (1 pour 1000 d'acide acétique par exemple) les émulsions de tissus, ces émulsions perdent très vite la propriété d'oxyder l'acide lactique en présence d'un sel ferreux.

Les émulsions de rein de cheval donnent une décomposition de l'acide lactique beaucoup plus considérable que celle produite par les muscles. Nous préférons actuellement employer les émulsions de rein.

Dans nos expériences précédentes, la quantité de sulfate ferreux ajoutée à l'émulsion de tissus était toujours la même. Elle correspondrait à $0^{g},50$ de sulfate pour 100^{cm^3} d'émulsion. Nous avons recherché l'influence de la concentration du sulfate ferreux sur l'oxydation de l'acide lactique par les émulsions de rein. Nous avons trouvé qu'il existe une concentration optima, qui est représentée par une solution de 1 pour 500 environ de sulfate ferreux. Avec une concentration de 1 pour 100, on a un dégagement de CO^2 beaucoup plus faible qu'avec la concentration de 1 pour 500. Cette action retardatrice pourrait être expliquée par le fait que le sulfate ferreux concentré décompose le peroxyde d'hydrogène avec dégagement d'oxygène, en agissant ainsi comme la catalase. Par conséquent, une partie seulement du peroxyde formé dans les tissus pourrait être utilisé dans l'oxydation de l'acide lactique.

Nous avons aussi étudié l'influence de la température sur l'oxydation de l'acide lactique produite par l'émulsion de rein en présence du sulfate ferreux. Nous avons constaté qu'à une température inférieure à 15° l'acide lactique n'est pas oxydé ou du moins il ne l'est pas d'une manière appréciable. A mesure que la température s'élève

l'oxydation de l'acide lactique augmente, mais nous n'avons pas encore pu déterminer la température optima. Celle-ci paraît varier avec les différentes préparations. L'oxydation ne se produit plus si l'on atteint une température de 65° environ. On pourrait donc supposer que le peroxydogène est détruit à une température élevée.

Ces recherches nous amènent aux conclusions suivantes :

Le peroxyde d'hydrogène n'oxyde pas l'urée en présence du sulfate ferreux. Ce fait constitue une nouvelle preuve de l'analogie qui existe entre les oxydations qui ont lieu dans l'organisme animal et celles produites par un système peroxyde d'hydrogène-sulfate ferreux.

L'oxydation de l'acide lactique par les émulsions de tissus en présence de sulfate ferreux n'a pas lieu en l'absence d'oxygène. On pourrait admettre que dans les tissus il existe un *peroxydogène* qui, en présence d'oxygène libre, produit du peroxyde. Le peroxydogène se garde bien en milieu alcalin et est rapidement détruit en milieu acide.

Il existe une concentration optima du sulfate ferreux pour obtenir le maximum d'oxydation de l'acide lactique en présence des émulsions de tissus.

L'oxydation de l'acide lactique par les émulsions de tissus en présence du sulfate ferreux n'a pas lieu à une température inférieure à 15° ou supérieure à 65°. On pourrait admettre que le peroxydogène se détruit à une température élevée.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'allure anomale de quelques protéolyses produites par la papaïne.* Note de MM. C. **Delezenne**, H. **Mouton** et E. **Pozerski**, présentée par M. Dastre.

I. Si l'on ajoute une solution de papaïne [1] à de l'ovalbumine crue ou à du sérum sanguin naturel et que l'on porte, aussitôt après mélange, le liquide, légèrement acidulé par l'acide acétique, à la température de 100°, on constate que, pour une dose convenable de ferment, la plus grande

(1) La papaïne dont nous nous sommes servis pour ces expériences provenait soit de sucs secs recueillis par nous-mêmes sur des papayers (*Carica quercifolia*), mis très obligeamment à notre disposition par M. Guignard, Directeur de l'École de Pharmacie, soit des produits fournis par la maison Merck sous le nom de *papaïne* ou « suc sec de *Carica papaya* ». La préparation vendue par la même maison sous le nom de *papayotine* ne nous a que très rarement donné de bons résultats.

partie des matières albuminoïdes est devenue tout à fait incoagulable par la chaleur.

Nous n'avons pas réussi à assigner de temps minimum à cette réaction : si rapidement qu'on procède au mélange des liquides et au chauffage consécutif, la transformation est effectuée. On obtient d'ailleurs des résultats du même ordre, soit que les mélanges aient été faits à la température du laboratoire, soit que les liquides, avant d'être mélangés, aient été amenés isolément à une température quelconque comprise entre 0° et 40°.

En opérant dans ces conditions on observe que la quantité de matières transformées varie d'une façon sensiblement proportionnelle à la racine carrée de la quantité de ferment ajouté, c'est-à-dire suivant la loi de Schütz-Borissow.

Il est bien entendu qu'aucune transformation ne se produit si la papaïne, avant d'être ajoutée aux matières albuminoïdes, a été portée pendant quelques minutes à la température d'ébullition.

Le liquide, filtré après précipitation complète des substances albuminoïdes coagulables par la chaleur, fournit les réactions caractéristiques des protéoses et des peptones. Précipité par le sulfate d'ammoniaque ou le sulfate de zinc à saturation, ce liquide donne encore une réaction du biuret très intense. Il s'agit donc bien d'une véritable digestion donnant en quelques instants, ainsi que nous le montrerons en détail un peu plus tard, des produits de transformation relativement avancés : albumoses secondaires et peptone vraie, les premières formant habituellement les $\frac{2}{3}$ ou les $\frac{3}{4}$ de la masse totale.

II. Si l'on abandonne pendant un certain temps, à la température du laboratoire (15°-20°) ou même à celle de l'étuve (40°), les mélanges d'albumine et de papaïne, avant de les porter à 100°, on constate que la réaction, loin de progresser comme l'on pourrait s'y attendre, paraît au contraire subir un retour en arrière. La quantité de matière coagulable par la chaleur augmente progressivement en effet avec le temps de contact préalable de l'albumine et du ferment. On observe par le fait une diminution parallèle de la quantité de substance digérée : après un contact préalable de 4 ou 5 heures à la température du laboratoire il n'est pas rare, par exemple, que cette quantité soit inférieure à la moitié de celle que donne une expérience de courte durée.

L'importance de cette régression *apparente* varie d'ailleurs dans des limites assez étendues, soit avec la nature de la matière à digérer (albumine d'œuf, sérums de différentes origines), soit avec la quantité de ferment

utilisé. Nous pouvons ajouter que ce phénomène n'a rien de commun avec celui qu'ont observé Danilewski et ses élèves dans leurs recherches sur la plastéine et les coaguloses.

L'expérience suivante mettra nettement en évidence les faits essentiels que nous venons de rapporter.

Solution de papaïne (suc sec de *Carica papaya*) à 2 pour 100 dans l'eau physiologique. Sérum de mouton étendu de 2^{vol} d'eau physiologique. Dans une série de flacons on distribue 15^{cm^3} de sérum dilué auxquels on ajoute 2^{cm^3} de la solution de papaïne. A l'un des flacons on ajoute, aussitôt après mélange, 2 gouttes d'acide acétique et l'on porte immédiatement à 100°. Les autres échantillons sont maintenus à la température du laboratoire et soumis au même traitement 5, 10, 15, 30 minutes, etc. plus tard. Après coagulation, les liquides sont jetés sur des filtres tarés, les précipités soigneusement lavés à l'eau acidulée, puis desséchés à 110° jusqu'à constance de poids. On fait un échantillon témoin en ajoutant à 15^{cm^3} de sérum dilué 2^{cm^3} de papaïne préalablement portée à 100° pendant 5 minutes.

Sérum dilué au $\frac{1}{3}$.	Papaïne à 2 pour 100.	Temps de contact avant coagulation par la chaleur.	Poids des matières albuminoïdes coagulables.	Quantité de substance transformée.
15^{cm^3}	2^{cm^3} (bouillie)	»	$0^g,405$	0^g (témoin)
»	2	1^{min}	0,181	0,224
»	»	5	0,182	0,223
»	»	10	0,198	0,207
»	»	15	0,216	0,189
»	»	30	0,230	0,175
»	»	1^h	0,254	0,151
»	»	2	0,263	0,142
»	»	4	0,276	0,129

Nous aurons à étudier ultérieurement, par différents procédés, dans quelles conditions précises se produit la digestion que nous venons de signaler et à quoi correspond l'apparente régression observée. Nous voulons seulement ici insister sur le phénomène nouveau d'une protéolyse très brusque produite par un ferment et sur l'apparence paradoxale d'une digestion d'autant moins intense que le ferment et la matière à digérer ont été laissés plus longtemps en contact.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le blanchiment des farines de blé.* Note de M. E. **Fleurent**, présentée par M. Th. Schlœsing.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat des recherches que j'ai poursuivies au cours de l'année 1905 sur le blanchiment des farines de blé.

1. Tout d'abord, l'expérience montre que seuls ont une valeur industrielle les procédés basés sur l'utilisation du peroxyde d'azote préparé soit par voie chimique, soit par l'action d'un arc à flamme sur l'air atmosphérique; l'oxygène pur, ozonisé, n'a aucune action sur la couleur des farines et si l'air ozonisé les blanchit, ce n'est que dans le cas où, par suite d'une action simultanée, il s'est chargé de produit nitreux; de plus, les farines traitées par l'ozone prennent une odeur repoussante qui détruit absolument leur valeur commerciale.

2. Calculée en bioxyde d'azote, la quantité de produit nitreux utilisé dans le blanchiment varie, avec la nature des farines, de 15^{cm^3} à 40^{cm^3} (à 0° et à 760^{mm}) par kilogramme de farine. Les farines ainsi blanchies ne subissent pas de modification sensible dans leur composition chimique et, par suite, dans leur valeur boulangère, comme le montre le Tableau suivant :

	Procédé chimique.		Procédé électrique.	
	Avant.	Après.	Avant.	Après.
Acidité	0,033	0,033	0,038	0,038
Matières grasses	0,58	0,61	1,02	1,03
Gluten	8,16	8,08	11,42	11,34
Gliadine	69,70	70,62	59,28	60,28

Elles donnent un pain dont la nuance jaunâtre est plus ou moins atténuée.

3. Ainsi que je l'ai montré le premier en 1904 [1], l'action du peroxyde d'azote se porte sur la matière grasse, huile jaunâtre qui donne aux farines leur teinte plus ou moins crémeuse; mais cette action n'est pas, comme on l'avait cru, une destruction de la couleur par oxydation. Le Tableau sui-

---

[1] *Congrès national de la Meunerie,* octobre 1904.

vant montre que le blanchiment coïncide avec une diminution de l'indice d'iode :

		Avant.	Après.
Échantillon 1 :	Indice d'iode......	86,44	80,79
» 2	»	81,70	65,20
» 3	»	86,10	56,70

Il s'ensuit que, par voie d'addition, le peroxyde d'azote est fixé sur la matière grasse dont la teinte passe au jaune orangé. Aux doses indiquées précédemment, cette fixation a pour effet de diminuer le pouvoir absorbant de l'huile pour les rayons lumineux, autrement dit, de rendre plus transparente la pellicule grasse qui recouvre chaque grain d'amidon, de sorte que la blancheur de celui-ci apparaît plus nettement dans les farines soumises au traitement que dans les autres. Le blanchiment par traitement chimique se différencie donc du blanchiment par vieillissement, celui-ci étant dû à la formation, par oxydation, d'acides gras fixes, blancs, qui, se précipitant au sein de la matière grasse, en diminuent la coloration apparente.

L'action de l'ozone est nettement différente de l'action du peroxyde d'azote et de l'action lente de l'oxygène de l'air. Le Tableau suivant montre en effet : 1° une augmentation de l'indice d'iode au lieu d'une diminution; 2° une formation d'acides volatils qui n'a pas lieu avec le peroxyde d'azote; 3° la stabilité de l'acidité totale au lieu de l'augmentation du simple au double qu'on observe toujours dans les quatre mois qui suivent la fabrication. Ce Tableau se rapporte à une huile de germes qui a été traitée, pendant 3 jours, au moyen d'un courant d'oxygène ozonisé dans un appareil à effluve de Berthelot :

		Après	
	Avant.	24 heures.	3 jours.
Acidité totale.......	12,7	12,7	12,8
» volatile......	0	0,8	2,7
Indice d'iode........	118	123	123

4. La fixation du peroxyde d'azote sur la matière grasse de la farine permet l'établissement d'une réaction caractéristique des farines blanchies, réaction basée sur la différence de coloration des savons obtenus avec la matière grasse avant et après nitration.

On extrait, au moyen de la benzine, la matière grasse de 50^g de la farine suspecte. Après évaporation du dissolvant à basse température, on redissout l'huile dans 3$^{cm^3}$

d'alcool amylique, on transvase dans un tube à essai et l'on ajoute 1^{cm^3} d'alcool dans lequel on a dissous 10^g de KOH par litre. Dans le cas d'une farine normale, on n'observe aucun changement de la coloration jaune; dans le cas de la farine blanchie, la couleur passe au rouge orangé d'autant plus foncé que la farine a fixé plus de peroxyde d'azote. Cette réaction est assez sensible pour déceler l'addition de 5 pour 100 de farine blanchie à de la farine normale.

5. L'étude de l'action du peroxyde d'azote sur les produits de la mouture montre, par l'abaissement de l'indice d'iode, que la quantité de gaz fixé et par suite l'intensité du blanchiment est d'autant plus grande que la farine est plus pure. C'est ce que montre le Tableau suivant, obtenu à l'aide de farines provenant du même blé :

	Indice d'iode.		
	Avant.	Après.	Différence.
Farine supérieure..........	86,1	56,7	29,4
» première...........	86,6	82,1	4,5
» deuxième...........	88,8	88,1	0,7

L'expérience prouve, en effet, qu'au fur et à mesure que les farines s'enrichissent en débris cellulosiques, c'est sur ces débris que se porte l'action du gaz; par suite, on ne doit soumettre au blanchiment que des produits aussi exempts que possible de particules d'enveloppe et de germe.

6. Les expériences relatées dans le Mémoire complet montrent que le blanchiment est sans action sur les diastases et les ferments spéciaux de la farine, mais que la matière grasse, après traitement, s'acidifie d'autant plus lentement qu'elle a fixé plus de peroxyde d'azote. C'est dans ce sens seulement qu'on peut dire qu'il y a stérilisation et par conséquent augmentation du pouvoir de conservation par le blanchiment.

GÉOLOGIE. — *Sur la nappe charriée du Péloponèse.* Note de M. **Ph. Négris**, présentée par M. de Lapparent.

M. Cayeux a avancé, avec raison, que les couches d'Olonos de M. Philippson, dans le Péloponèse, appartiennent à une grande nappe de charriage. Cette nappe présente une discordance tectonique très marquée avec les couches qu'elles recouvre. La surface de recouvrement offre souvent de larges ondulations, tandis qu'au contraire les formations qu'elle sépare sont fortement plissées. D'autre part, les couches de chevauchement portent les traces évidentes d'efforts mécaniques énormes : les calcaires

sont divisés par des fissures nombreuses ressoudées; les jaspes aussi sont fendillés et souvent donnent un sol grésilleux. Les rognons de silex englobés dans les calcaires sont fréquemment aplatis, hachés et réagrégés par des filets calcaires.

D'autre part, tandis que la composition de la nappe varie peu, le substratum est très variable. C'est ainsi qu'au mont Voïdias il est formé de grès surmonté de calcaire. Du haut du Chelmos on distingue nettement la région de grès, avec lambeaux calcaires, au milieu de la nappe chevauchante, à l'est de la première montagne. De même au nord de l'Olonos, on voit, des hauteurs de Hagios Vlassis, le grès avec lambeaux calcaires affleurer dans les mêmes conditions. Le grès avec calcaire apparaît encore plus au Sud sur le mont Astras et se continue à l'Est par l'Erymanthe jusqu'au village de Velimachi et au delà, avec la direction NE du plissement crétacé (*Comptes rendus* du 27 novembre 1905, p. 919).

Il apparaît encore à Strezova où il est surmonté de calcaire grumeleux (rendu tel à la suite, sans doute, des efforts de chevauchement), puis sur le chemin de Strezova à Toporitsa avec calcaire grumeleux au-dessus, puis entre Toporitsa et Glokova sur la rive droite du ravin de Valteziniko, avec la direction encore ici NE des plis crétacés. Ce grès plus au Sud, en face de Kerpini, est encore recouvert de calcaire qui ici est surmonté par du flysch éocène avec fossiles du lutétien moyen (Note déjà citée). Dans toutes ces régions la nappe chevauchante recouvre tantôt le système de grès et calcaire, tantôt le flysch éocène, la ligne de discontinuité étant légèrement ondulée, tandis que les couches sous-jacentes sont fortement plissées et redressées.

Ailleurs, le substratum est formé par le calcaire de Tripolitsa (éocène-crétacé), comme au Chelmos, au Ziria et sur la chaîne orientale de l'Arcadie. Du flysch souvent s'intercale entre deux; comme ce dernier alterne souvent avec le calcaire de Tripolitsa, il a dû se déposer sur ce calcaire pendant que se préparait l'émersion de ce dernier, avant le plissement final éocène et le chevauchement qui s'ensuivit.

Enfin, à l'Ouest, le substratum est formé par le flysch, contre le mont Voïdias, puis contre l'Olonos, où le flysch tient des fossiles de la fin du lutétien moyen (Note déjà citée), puis contre les monts de la Messénie, où j'ai observé ce recouvrement à l'ouest du mont Lycodimo et contre les monts de Kyparissia. Les conglomérats puissants, qui ici encore surmontent ce flysch, sont adossés à la nappe de charriage et sont formés de galets de calcaire et de jaspes provenant de cette nappe.

Dans toute la région chevauchée on observe dans le substratum l'orientation pyrénéenne ONO, qui interfère avec l'orientation crétacée NE. Les couches de recouvrement, surtout au Nord, prennent aussi l'orientation ONO, comme au Chelmos, au Ziria. Cependant contre les plis crétacés NE les plis pyrénéens s'infléchissent vers l'EO et l'ENE, comme à l'est de l'Olonos, puis à l'ouest du Chelmos contre le pli crétacé venant de Livadie, puis contre le pli crétacé passant entre le Chelmos et le Ziria, puis à l'est du Ziria contre le pli crétacé venant du Parnès (Note déjà citée). Ainsi les

plis pyrénéens sont tronçonnés et les tronçons enveloppés par la nappe de charriage forment des dômes allongés, comme en Provence. M. Marcel Bertrand a fait voir ici que les plis éocènes sont aussi séparés par des bandes transversales ENE; ces bandes représentent, sans doute, des plis crétacés disloqués et démantelés à la suite du plissement éocène, tandis que les plis éocènes, eux-mêmes tronçonnés, sont disposés en dômes et en chapelet.

Cependant, en Grèce, la nappe de charriage a été aussi affectée par le plissement plus récent pindique NNO. Ces plis nouveaux s'infléchissent encore contre les plis NE en passant de la direction NNO à la direction NS et NNE. C'est ce qui arrive aux plis d'OEtolie qui, passant par le Voïdias, s'infléchissent contre la chaîne d'Olonos. Au point de plus grande inflexion, au golfe de Patras, ils ont été rompus et démantelés. De même, les monts de la Messénie NNO passent au Nord à la direction NNE, contre le pli crétacé que nous avons reconnu à Toporitsa, en prolongement de celui qui passe entre le Chelmos et le Ziria. Ici encore, au point de plus grande inflexion des plis, se présente une dépression transversale passant par Kokla, au nord de Kyparissia, provenant encore de la fracture des plis à la suite de l'inflexion et de leur dislocation qui facilita le démantèlement.

GÉOLOGIE. — *Une ancienne chaîne volcanique au nord-ouest de la chaîne des Puys.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Lacroix.

Il existe au nord-ouest de la chaîne des Puys, aux environs de Pontgibaud et de Manzat, une série de collines constituées par des lambeaux de coulées basaltiques, parfois de plusieurs kilomètres de long (jusqu'à 5^{km}) dont on ignorait l'origine.

Elles forment comme une série de tables, plus ou moins inclinées, de 20^m à 80^m de haut, dominant une région de roches cristallines et orthophyriques, à laquelle elles donnent une physionomie très spéciale.

Ces coulées, issues de volcans, en partie démantelés à cause de leur ancienneté, et qui s'échelonnent sur plus de 20^{km}, ne sont pas disposées sans ordre; elles sont alignées suivant une direction générale NE. J'ai retrouvé et reconstitué huit des bouches de sortie qui les ont vomies. L'une d'elles a été figurée par M. Michel Lévy. Leur ensemble s'aligne aussi sur des cassures de direction NE. Elles sont d'ailleurs assez bien marquées au point de vue topographique, car elles forment des éminences plus ou moins arron-

diès, constituées par des projections stratifiées, entremêlées parfois de coulées.

La cassure principale sur laquelle s'alignent ces appareils volcaniques passe par Haute-Roche près de Bromont-la-Mothe, Barbecot, Le Cheix, Fraisse, la Vierge de Beaufort, James, la Botte, la Chaussée et Puy-Fanghoux.

Il existe d'autres cassures parallèles, passant à l'ouest de Villelongue et de Santerre.

La cassure principale est celle qui est jalonnée également par les célèbres filons de plomb argentifère de Pontgibaud (de la Brousse et de Barbecot), filons dont j'ai trouvé le prolongement jusque sur la feuille de Gannat. Une autre cassure est aussi jalonnée par des filons identiques, non signalés jusqu'ici, à ma connaissance.

Or on sait que ces filons sont d'anciennes cassures hercyniennes, remplies plus tard par des émanations métallifères (¹).

Les bouches de sortie des volcans basaltiques dont je parle étant situées sur ces filons ou sur leur prolongement, il s'est produit à l'époque tertiaire un phénomène des plus intéressants. Sous l'influence des mouvements du sol, si marqués en Auvergne à cette époque, ces cassures ont rejoué de nouveau, se sont élargies par places sous forme de fentes éruptives en donnant naissance à des cônes et à des coulées volcaniques, que le temps et les dislocations postérieures ont démantelés.

En maints endroits, à Bromont-la-Mothe, à Montagnol, à la Vierge de Beaufort, à James, à la Mothe, etc., on peut relever deux ou plusieurs coulées alternant avec des couches de projections agglutinées, décomposées, comparables aux pépérites de la Limagne. Quatre de ces coulées reposent sur des sables argileux qui rappellent les dépôts oligocènes. Ces dépôts et les projections agglutinées devenues argileuses constituent un niveau très important dans la région, car ils servent de couches aquifères. Il sort en effet de nombreuses sources, à leur contact, sous les coulées.

Toutes les dislocations suivant lesquelles sont alignés ces anciens volcans sont parallèles : 1° à la faille qui fait buter les tufs orthophyriques et le granite sur la feuille de Gannat (cassure étudiée par M. de Launay); 2° à de très nombreux filons de porphyre et de granulite affleurant au Nord, à l'Est et à l'Ouest; 3° à des cassures de même direction jalonnées par des sources minérales; 4° à la grande traînée houillère qui traverse le Massif central en écharpe, etc.

En résumé, on peut dire que *ce sont d'anciennes dislocations hercyniennes qui ont rejoué, à plusieurs reprises, devant le Tertiaire.*

(¹) Il est permis, cependant, de penser que le remplissage a pu s'effectuer à la suite des éruptions volcaniques dont il est question ici.

Ce n'est pas là d'ailleurs un fait isolé, car on le constate fréquemment dans le Puy-de-Dôme.

Quel est l'âge des volcans de cette ancienne chaîne éruptive? Je les crois assez anciens, à cause de leur démantèlement. L'érosion, qui a fait disparaître en grande partie leur appareil éruptif, a creusé au pied de certains d'entre eux des vallées de près de 150^m de profondeur (vallée de la Sioule). Comme, d'autre part, les *coulées* sont *morcelées par des failles*, et que le phénomène des failles en Auvergne s'est surtout fait sentir au Miocène supérieur et au commencement du Pliocène, il est permis de penser que ces *volcans sont d'âge miocène supérieur ou pliocène inférieur*.

En un mot, il a existé, à l'une de ces époques, une chaîne volcanique, située sur des cassures hercyniennes, chaîne qui devait être remplacée plus tard et plus à l'Est par la chaîne des Puys.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations magnétiques faites à Sfax (Tunisie) à l'occasion de l'éclipse totale de Soleil du* 29-30 *août* 1905. Note de M. **Dehalu**, présentée par M. G. Bigourdan.

Nous donnons ici les principaux résultats obtenus à la station magnétique temporaire établie, du 19 août au 7 septembre, à Sfax (Tunisie), à l'occasion de l'éclipse totale de Soleil du 29-30 août dernier, et dont M. Bigourdan avait bien voulu nous confier l'organisation.

Des trois appareils, déclinomètre, bifilaire et balance, les deux premiers fonctionnèrent d'une manière satisfaisante, mais il n'en fut pas de même de la balance, qui eut de très grandes irrégularités de marche.

L'étude des courbes du déclinomètre et du bifilaire nous a permis d'établir les courbes normales des variations diurnes de la déclinaison et de la composante horizontale du magnétisme terrestre pour la période indiquée.

La première présente un minimum vers 7^h, un maximum vers midi et un minimum secondaire très faible vers 20^h. L'amplitude de la variation, du minimum absolu au maximum, est de $8',1$.

La seconde, quoique moins certaine à cause de la petitesse des variations, présente un minimum bien marqué vers 10^h et un maximum vers 21^h : l'amplitude de la variation est de 0,00040 C.G.S. Quelques minima secondaires qu'on distingue sur cette courbe sont moins bien déterminés.

Du 18 au 26 août, les courbes magnétiques ont été presque absolument calmes; mais, du 27 au 31, elles furent légèrement troublées.

Le jour de l'éclipse, de 10^h à 18^h, on ne relève que de très légères ondulations qui varient de 1 à 3 minutes pour la déclinaison et de 0,00010 à 0,00020 C. G. S. pour la composante horizontale.

Une étude plus approfondie montre que, ce jour-là, l'amplitude de la déclinaison a été moindre que la normale de 2',2. Cet écart qui, à première vue, pourrait être attribué à l'influence de l'éclipse, n'est peut-être qu'accidentel, car la déclinaison du 27 août présente un caractère analogue, avec un écart plus accentué.

Mais un fait qui résulte de l'examen des courbes, et dont nous ne trouvons actuellement aucune explication, est la non-concordance des troubles enregistrés à Sfax et en Europe pendant toute la durée des observations; aussi nous ne pouvons tirer aucun parti de la comparaison des courbes obtenues le 30 août en ces deux endroits.

Nos observations ne font donc pas ressortir avec certitude l'influence de l'éclipse sur les éléments magnétiques, mais elles dévoilent un phénomène intéressant pour l'étude du magnétisme terrestre.

M. Henri Micheels adresse un Mémoire intitulé : *Sur les stimulants de la nutrition chez les plantes*.

M. J. Noé adresse une Note relative à un *Aéronat dirigeable*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 4 heures et quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 janvier 1906.

(Suite.)

Gazette des hôpitaux civils et militaires, paraissant trois fois par semaine; 79e année, n° 1, janvier 1906. Paris; 1 fasc. in-4°.

La Tribune médicale, paraissant le samedi; série nouvelle, n° 1, 6 janvier 1906; 1 fasc. in-f°.

Journal d'Agriculture pratique, moniteur des comices, des propriétaires et des fermiers. Rédacteur en chef : L. GRANDEAU; 70e année, nouvelle série, t. XII, 4 janvier 1906. Paris; 1 fasc. in-4°.

Moniteur industriel, économique, commercial, financier, paraît le samedi; 33e année, n° 1, samedi 6 janvier 1906; 1 fasc. in-4°.

Corrections to the apparent places of « Nautical Almanac » stars visible at Greenwich, deduced from the Paris conference (1896) *constants so as to obtain apparent places corresponding to the Struve-Peters constants.* (Appendix to Nautical Almanac, 1906.) 1 fasc. in-8°.

Annual report of the Curator of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard College, for 1904-1905. Cambridge, Mass., 1905; 1 fasc. in-8°.

List of the Geological Society of London, november 15th, 1905. Londres; 1 fasc. in-8°.

The geographical Journal, including the Proceedings of the Royal geographical Society; vol. XXVII, n° 1, january 1906. Londres; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 2 janvier 1906.)

Note de M. *Quidor,* Sur les Copépodes recueillis par la mission Charcot et communiqués par M. E.-L. Bouvier :

Page 54, lignes 26 et 27, au lieu de *Balanus propinquus,* lisez *Calanus propinquus.*

Page 55, ligne 12 en remontant, *au lieu de* à 7 articles au lieu de 5, *lisez* à 7 articles au lieu de 6.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JANVIER 1906.

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'ébullition de l'osmium, du ruthénium, du platine, du palladium, de l'iridium et du rhodium.* Note de M. **Henri Moissan**.

La méthode industrielle employée aujourd'hui pour la séparation des différents métaux de la famille du platine est à peu de chose près celle qui a été indiquée par Wollaston (¹), mais la fusion du platine dans un four en chaux au moyen d'un chalumeau alimenté par le gaz d'éclairage et l'oxygène, fusion indiquée par Deville et Debray (²), a rendu très facile le travail du platine et de ses alliages. Cette méthode a permis de fondre le platine en évitant la présence du silicium et d'étudier aussi la fusion et la volatilité des différents métaux de cette famille. Ces savants ont reconnu ainsi que le palladium était plus fusible que le platine et que le rhodium et l'iridium (³) pouvaient être fondus aussi dans les mêmes conditions bien qu'avec plus de difficulté. Nous tenons à rappeler, pour montrer l'importance de ce procédé, qu'il a permis d'obtenir les nombreux échantillons en platine iridié préparés par la Commission internationale du mètre.

(¹) Wollaston, *Transactions philosophiques*, 1819, et *Annales de Chimie et de Physique*, 2ᵉ série, t. XLI, 1829, p. 403.

(²) Deville et Debray, *Du platine et des métaux qui l'accompagnent* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. LVI, 1859, p. 385).

(³) Deville et Debray, *De la métallurgie du platine et des métaux qui l'accompagnent* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. LXI, 1861, p. 5).

Depuis les recherches de Deville et Debray, Joly et Vèzes ([1]) ont pu fondre l'osmium considéré longtemps comme infusible, grâce à l'emploi de l'arc électrique. De même, Joly ([2]) a obtenu la fusion du ruthénium et il a remarqué que, dans les conditions où il s'était placé, la volatilisation était insignifiante.

La température, fournie par le chalumeau oxhydrique, a été impuissante pour fondre ces deux métaux. C'est qu'en effet, lorsqu'il s'agissait de métaux réfractaires facilement oxydables, comme l'osmium ou le ruthénium, le chalumeau oxhydrique ne pouvait plus être employé.

La combustion de l'hydrogène dans l'oxygène fournit de la vapeur d'eau, c'est-à-dire un milieu oxydant qui intervient dans un grand nombre de réactions. Au contraire, lorsque l'on emploie un arc électrique puissant, au milieu d'un four en chaux, il se dégage d'une façon constante des torrents d'hydrogène, de vapeurs de calcium, une certaine quantité d'oxyde de carbone et l'on obtient ainsi un milieu réducteur. De plus, la température de l'arc, étant beaucoup plus élevée que celle du chalumeau oxhydrique, nous permettait de pousser plus loin cette étude.

Nos expériences ont été réalisées au moyen de notre modèle de four électrique, sans enceinte de charbon, présenté à l'Académie le 12 décembre 1892 ([3]), modèle qui n'a pour lui que son extrême simplicité, et nous n'avons pas utilisé le four électrique décrit en collaboration avec M. Violle le 13 mars 1893, et plus spécialement réservé à des expériences de Physique ([4]).

Osmium. — 100^{g} d'osmium ont été placés dans le creuset en charbon de notre four électrique en présence d'un tube froid qui servait à condenser les vapeurs métalliques. La première expérience a été faite avec un courant de 500 ampères sous 110 volts pendant une durée de 4 minutes. Sur le tube froid, on a recueilli une très petite quantité d'osmium distillé sous forme de gouttelettes, mais les fragments métalliques, disposés dans le creuset, n'ont pas pris l'état liquide; la partie supérieure de ces fragments était simplement arrondie par un commencement de fusion. La même

---

([1]) Joly et Vèzes, *Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 577.

([2]) Joly, *Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 430.

([3]) Moissan, *Description d'un nouveau four électrique* (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 1031, 12 décembre 1892).

([4]) H. Moissan et J. Violle, *Sur un four électrique* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 549, 13 mars 1893).

expérience a été répétée avec un courant de 600 ampères pendant 5 minutes. La fusion du métal est partielle, mais une partie notable a été volatilisée et il en a distillé 16g,5.

Cette expérience est reprise avec 150g d'osmium, sur lequel on a fait agir l'arc fourni par un courant de 700 ampères sous 110 volts pendant 5 minutes. Dans ces conditions, l'osmium a été entièrement fondu, est entré en ébullition et l'on en a volatilisé 29g. Le métal restant dans le creuset présente l'aspect d'une fonte brillante, est cassant et renferme des cristaux très nets de graphite. L'analyse de cet osmium nous a donné pour 100 : graphite, 3,89 et 3,97. En cassant ce métal on trouve à l'intérieur de quelques géodes des chapelets de petits octaèdres microscopiques de forme très régulière.

Cette expérience a été répétée sur un échantillon de 16g placé dans une nacelle de graphite au milieu d'un tube de charbon, chauffé dans notre four électrique. La fusion et l'ébullition de l'osmium se sont produites avec la même netteté.

Sur le tube froid, on a recueilli de nombreuses gouttelettes dont la surface est tantôt brillante et tantôt bleutée et enfin des lames cristallines présentant souvent la forme de petits cubes.

Cet osmium renfermait une petite quantité d'or qui a été volatilisée dès le début de l'expérience et qui nous a donné au contact de la chaux la couleur pourpre indiquée par nous précédemment (1).

Ruthénium. — 150g de ruthénium ont été placés dans notre creuset et chauffés pendant 3 minutes avec un courant de 700 ampères sous 110 volts. Le métal a parfaitement fondu, puis est entré en ébullition et 16g,5 ont été distillés. Le culot métallique renferme, après l'expérience, 4,8 pour 100 de graphite. Autour du creuset, dans la chaux fondue, on trouve de nombreuses gouttelettes et quelques petites masses grises irisées formées de cristaux microscopiques. Certains de ces cristaux présentent nettement l'apparence de trémies cubiques. Quelques fragments un peu plus gros, dont les contours sont fondus, présentent l'aspect des pépites de platine.

Une autre expérience dans laquelle on a chauffé 150g de ruthénium pendant 5 minutes avec un courant de 500 ampères sous 110 volts nous a donné une volatilisation de 10g.

Le métal, condensé sur le tube froid et séparé de la chaux volatilisée par un traitement à l'acide acétique, fournit de nombreuses sphérules

(1) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 977.

ayant l'aspect du vieil argent et quelques lamelles minces recouvertes de cristaux microscopiques. La chaux fondue est colorée en gris et même en noir par la vapeur de ruthénium et, sur les électrodes, on recueille des globules métalliques d'un rouge vineux et une poudre noire qui ne renferme pas d'azote. L'ébullition de ce métal est plus difficile à obtenir que celle du platine; son point d'ébullition est compris entre celui de ce dernier métal et celui de l'osmium.

Platine. — Nous avons déjà eu l'occasion de démontrer que le platine, chauffé dans notre four électrique, entrait facilement en ébullition. Dans une première expérience au sujet de la préparation du graphite foisonnant, nous avons amené, en quelques minutes, 400^g de platine à l'ébullition avec un courant de 450 ampères sous 60 volts ([1]). Dans d'autres expériences sur quelques propriétés de la chaux en fusion, 50^g de platine ont été portés à l'ébullition au milieu de la chaux fondue ([2]).

150^g de platine ont été chauffés dans notre creuset avec un courant de 500 ampères sous 110 volts pendant 5 minutes : 12^g ont été volatilisés. La même expérience, répétée avec le même poids de ce métal pendant 5 minutes 30 secondes, nous a donné une volatilisation de 19^g. Cette ébullition du platine, que nous avons répétée dans des conditions très variées, se fait toujours avec une grande régularité. Le métal liquide distille avec la même facilité que de l'eau portée à 100°.

Après refroidissement, le platine restant dans le creuset renferme du graphite foisonnant, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment. Le métal présente des géodes provenant de dégagements gazeux et quelques-unes sont tapissées de petits cristaux métalliques.

On rencontre souvent, sur les parois graphitées du creuset, une couche grise de petits globules et de petits cristaux cubiques microscopiques. La matière condensée sur le tube froid, après traitement par l'acide acétique étendu, fournit de nombreuses gouttelettes et parfois de petites lamelles brillantes cristallines.

La chaux fondue qui entoure le creuset est colorée en gris foncé et les parois du four présentent des gouttes plus ou moins grosses ayant l'aspect de pépites possédant des pointements cristallins dont les extrémités sont arrondies. Certaines de ces gouttes présentent l'apparence d'une matière pâteuse en voie de cristallisation.

([1]) H. MOISSAN, *Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 608.
([2]) H. MOISSAN, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 136.

Palladium. — Ce métal, qui a été fondu par Deville et Debray au moyen du chalumeau à gaz d'éclairage et à air, a été volatilisé par eux au chalumeau oxhydrique.

23g de palladium ont été chauffés au moyen d'un courant de 500 ampères sous 70 volts pendant 2 minutes. Le métal entre rapidement en fusion, puis en ébullition et 3g,2 ont été volatilisés avec la plus grande facilité. Le métal restant dans le creuset a été saturé de carbone et sa surface est recouverte de cristaux de graphite. Autour du creuset et dans le four, la chaux est colorée en noir; elle contient à une certaine distance du creuset de nombreuses sphères métalliques présentant souvent l'aspect d'un amas de cristaux. On rencontre aussi dans ces sphérules des géodes remplies de petits cristaux. Enfin, sur le tube froid après traitement par l'acide acétique, on obtient une poussière noire très ténue de nombreux globules et des cristaux microscopiques.

Dans une autre expérience, 150g de palladium ont été chauffés 5 minutes avec un courant de 500 ampères sous 110 volts. Le métal fond rapidement, mouille la paroi de charbon, dissout du carbone et enfin entre en ébullition tranquille. La vapeur vient se condenser sur le tube froid et sort par les cavités qui donnent passage aux électrodes. Il s'est volatilisé dans cette expérience 9g,63 de palladium. La chaux fondue qui se trouve à une certaine distance du creuset est colorée en noir.

Si l'on sort du four électrique un culot de 150g de palladium liquide saturé de carbone et qu'on le laisse refroidir, du graphite monte à la surface et la recouvre de cristaux lamelleux superposés. Puis, lorsqu'une croûte solide s'est formée, on entend des craquements secs, la surface du métal se fendille et il sort çà et là des gouttes brillantes de métal fondu et des champignons cristallins plus foncés. La surface du métal possède une couleur bleutée à reflets irisés et présente des dendrites à angles droits et des cristallisations confuses.

Sur le tube froid on trouve un feutrage de très petits cristaux, mélangé de sphérules métalliques.

Iridium. — 150g de métal ont été chauffés 5 minutes avec un courant de 500 ampères sous 110 volts. Dès qu'il est liquide, le métal mouille le creuset, dissout du carbone, puis distille régulièrement. En 5 minutes, on a distillé 9g d'iridium. Par refroidissement, il roche et fournit un métal dur qui, cependant, se lime assez bien. La surface du métal est parfois cristalline et présente en quelques points de l'iridium filiforme. Il contient 2,80 pour 100 de graphite et se brise sous le choc.

Nous avons recueilli sur le tube froid une couche métallique de couleur bleue, formée de gouttelettes et de cristaux microscopiques.

Rhodium. — La première expérience de distillation de ce métal a été faite dans un four à tube de charbon. 5g de rhodium étaient placés dans une nacelle de graphite et un tube de cuivre, traversé par un courant d'eau, était disposé au-dessus de cette nacelle suivant l'axe même du tube de charbon. La partie inférieure du tube était chauffée extérieurement par l'arc électrique dans notre four en chaux. On a chauffé pendant 1 minute 30 secondes avec un courant de 500 ampères sous 110 volts, mais les conditions de la chauffe ne sont plus comparables à celles des expériences précédentes. Après 30 secondes de chauffe, le métal était fondu, entrait en ébullition et l'on voyait des vapeurs bleues se déposer sur le tube froid. Après l'expérience, on recueille sur le tube un métal brillant à reflets parfois bleutés, recouvert d'un amas de fines gouttelettes et de petits cristaux prismatiques. Autour de la nacelle et sur la paroi du tube de charbon, on trouve aussi de petits groupes confus de cristaux.

150g de rhodium ont été chauffés avec un courant de 500 ampères sous 110 volts pendant 4 minutes. Le métal a fondu, puis est entré en ébullition. Il a distillé 4g de rhodium. Mais avant la fin de l'expérience le creuset s'est cassé et le métal liquide a coulé dans la chaux fondue. Ce rhodium a été affiné et a fourni un métal brillant qui se limait avec facilité. A la surface du lingot se rencontraient quelques cristaux et du rhodium filiforme.

La même expérience a été répétée sur 150g de métal et a fourni une distillation de 6g,1 de rhodium. Le culot renfermait alors 2,19 pour 100 de graphite. Le métal condensé sur le tube froid présentait une surface chagrinée, formée par un feutrage de très petits cristaux mélangés de globules plus brillants.

Enfin, 150g de rhodium ont été chauffés avec le même courant pendant 5 minutes et ils ont perdu par distillation 10g,2. Dans cette dernière expérience, le bas du lingot métallique fondu était recouvert de fines aiguilles de métal cristallisé.

Conclusions. — Tous les métaux de la famille du platine sont rapidement fondus, puis portés à l'ébullition dans notre modèle de four électrique avec des courants qui varient de 500 à 700 ampères sous 110 volts. Si nous partons de 150g de métal, la fusion s'opère en 1 ou 2 minutes et l'ébullition régulière est atteinte avant 4 minutes. On recueille sur le tube de cuivre traversé par un rapide courant d'eau froide qui se trouve au-dessus

du creuset des sphérules métalliques, des lames cristallines et le plus souvent un feutrage de très petits cristaux visibles seulement au microscope. Tous ces métaux liquides dissolvent du carbone qu'ils abandonnent par le refroidissement sous forme de graphite. Le plus difficile à distiller de tous ces métaux est l'osmium. Le palladium qui est plus facilement fusible que le platine ne paraît pas plus volatil que le platine ou le rhodium.

Le Tableau suivant résume les expériences comparables de nos recherches :

	Poids.	Temps.	Ampères.	Volts.	Métal distillé.
Osmium........	150^{g}	5^{m}	700	110	29^{g}
Ruthénium.......	150	5	500	110	10
Platine...........	150	5	500	110	12
Palladium........	150	5	500	110	9,60
Iridium..........	150	5	500	110	9
Rhodium.........	150	5	500	110	10,20

En terminant l'exposé de ces études, il nous reste un devoir agréable à remplir, celui de remercier M. G. Matthey, de Londres, qui a eu la bienveillance de mettre à notre disposition les échantillons coûteux de ces métaux rares dont une partie a été volatilisée dans nos expériences. Notre étude n'a été possible que grâce à son aimable intervention.

PHYSIQUE. — *Sur l'origine de la notion des* solutions solides. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

Dans les *Comptes rendus,* 8 janvier 1906, page 100, M. Wallerant s'exprime ainsi : « Van't Hoff émit l'opinion que les mélanges isomorphes pouvaient être considérés comme résultant de la dissolution de l'un des corps dans l'autre. »

Je demande la permission de rappeler que j'ai proposé cette vue il y a fort longtemps et que, plus tard, j'ai couramment employé l'expression *dissolutions solides,* au cours de mes recherches sur les fluorescences (de 1886 à 1890).

J'ai très clairement exprimé mes idées sur l'analogie entre l'isomorphisme et l'état de solution, dans une Note du 21 août 1866, dont le titre seul fut imprimé dans les *Comptes rendus,* le 27 août 1866. Je demandai ultérieurement à l'Académie de vouloir bien accepter, pour les *Comptes rendus,* un extrait textuel de ma Note de 1866; cet extrait a paru le 14 décembre 1891 (p. 834). Voici les passages qui se rapportent aux solutions solides :

« Il est à remarquer que deux corps qui *se mélangent intimement*, qui se dissolvent, peuvent être considérés comme isomorphes; il faut en effet, pour que le mélange intime ait lieu, que leurs particules ne soient pas trop dissemblables de forme ni de grandeur.

» L'isomorphisme des corps solides n'est donc *qu'approché* et l'on conçoit que ses limites puissent varier par suite d'un changement profond dans les positions relatives des molécules.

» Je n'hésite pas à attribuer à la même cause, c'est-à-dire à un isomorphisme approché, les phénomènes suivants :

» 1° La dissolution de *certains* solides les uns dans les autres (isomorphisme de Mitscherlich);

» 2° La dissolution de *beaucoup* de liquides les uns dans les autres;

» 3° La dissolution de *toutes* les vapeurs les unes dans les autres (Note du 21 août 1866). »

A une époque postérieure, mais déjà assez ancienne aujourd'hui, je considérais les fluorescences que j'étudiais comme produites par de petites quantités de *corps actifs* (interceptant les radiations lumineuses ou ultraviolettes) existant au sein de *dissolvants solides* (transparents et pouvant d'ailleurs être cristallins ou amorphes).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'acide glycuronique des globules du sang.* Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud**.

Nous avons montré (*Comptes rendus*, 4 mai 1903; 17 juillet et 4 septembre 1905) que, dans le sang d'un chien, à l'état normal, les conjugaisons de l'acide glycuronique qui ne deviennent réductrices qu'après le chauffage de l'extrait du sang en présence d'un acide, sont localisées dans les globules, de telle sorte qu'on n'en trouve qu'une proportion assez faible, parfois même nulle, dans le plasma (et le sérum). Voici, pris au hasard, un de ces cas normaux :

Chien 2502 (*sang artériel*).

		Pouvoir réducteur (en glucose).		Acide glycuronique absolu.	Acide glycuronique pour 100.
Sérum	couche supérieure..	1,30 g	1,30 g	0 g	0
	couche inférieure..	1,22	1,24	0,02	1,6
Globules	couche supérieure..	0,56	0,62	0,06	9,6
	couche inférieure..	0,40	0,48	0,08	16,6

Ainsi, la couche du sérum la plus éloignée des globules ne renferme pas de conjugaisons glycuroniques réductrices avant le chauffage; la couche inférieure en renferme une faible proportion. Si cette dernière couche est moins riche en sucre, c'est aussi à cause du voisinage des globules qui ont produit de la glycolyse ([1]). Si, des deux couches de globules, la supérieure est de beaucoup la plus riche en sucre, c'est parce qu'elle est souillée par une certaine proportion de sérum, lequel fait défaut dans la couche inférieure. Si elle est relativement pauvre en acide glycuronique, c'est que la glycolyse, à cause de la présence des globules blancs dans la couche supérieure, y est plus intense et qu'elle s'est exercée particulièrement sur l'acide glycuronique, certaines conjugaisons de cet acide étant plus facilement glycolysées que le glucose.

Dans certains cas, d'ailleurs exceptionnels, la glycolyse dans les globules est assez intense pendant la durée de la centrifugation, pour y faire disparaître complètement l'acide glycuronique. Voici un de ces cas. Le chien (2532) était sain et à jeun :

Sang artériel.

Reçu dans le nitrate acide de mercure.	0g,80	0g,88	0g,08	9,1
Sérum...........................	1,16	1,18	0,02	1,7
Globules........................	0,46	0,46	0	

Sang de la jugulaire.

Reçu dans le nitrate ac. de mercure.	0g,76	0g,84	0g,08	9,5
Sérum...........................	1,04	1,08	0,04	3,7
Globules........................	0,40	0,52	0,12	23

Ainsi le sang *artériel* renfermait, *au sortir du vaisseau*, 9,1 d'acide glycuronique pour 100 de matières sucrées. Or, après la centrifugation, on n'en a retrouvé qu'une trace (dans le sérum). Il est évident que sa disparition (complète dans les globules) n'est explicable que par la glycolyse qui s'est faite pendant la centrifugation. D'ailleurs, le calcul [en utilisant la formule indiquée dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 17 juillet 1905) et en tenant compte du fait que la couche des globules était souillée par une certaine quantité de sérum] montre que la glycolyse y a été intense. Le calcul nous apprend de plus que, dans la couche globulaire du sang de la

([1]) On sait que le sérum est dépourvu de tout pouvoir glycolytique.

jugulaire, il y a eu aussi de la glycolyse, mais à un moindre degré et qu'en raison de la présence d'une certaine quantité de sérum dans cette couche, le proportion d'acide glycuronique trouvé par le dosage est trop faible : en réalité elle devait être de 30 pour 100 (au lieu de 23).

Si, pendant la durée d'une centrifugation, il se détruit de l'acide glycuronique, il peut, d'autre part, s'en produire et la quantité produite est supérieure, dans certains cas, à celle qui est détruite par la glycolyse. C'est ce que nous avons maintes fois constaté, notamment chez le chien 2495 qui, 2 heures avant la saignée, avait ingéré 5g (par kilogramme de poids vif) d'alcool absolu, additionné de 2 parties d'eau.

Sang artériel.

Sérum.	*Couche supérieure*	1,56 g	1,60 g	0,04 g	2
	Couche inférieure	1,28	1,60	0,32	20
Globules :	*Couche inférieure*	0,56	1,04	0,48	46

Dans ce cas, peut-être à cause de l'intoxication alcoolique, il n'y a pas eu trace de glycolyse dans la couche inférieure du sérum (1,60 = 1,60), malgré le voisinage des globules; mais ceux-ci y ont déterminé une forte proportion d'acide glycuronique (20 pour 100).

Chez un autre chien qui, par exception, n'avait point d'acide glycuronique dans le sang au sortir du vaisseau (ainsi que l'a montré le dosage des matières sucrées du sang recueilli dans le nitrate acide de mercure) nous avons trouvé plus de 8 pour 100 d'acide glycuronique dans le sérum obtenu avec le sang recueilli dans un tube plongé dans la glace et plus de 14 pour 100 dans le sérum du même sang défibriné à la température du laboratoire.

Ainsi, les chiffres d'acide glycuronique obtenus par le dosage de matières sucrées, soit dans le sérum, soit dans les globules, doivent être sévèrement critiqués et contrôlés en se servant de la formule sus-indiquée, attendu qu'ils sont, presque toujours, gravement faussés, soit par une *destruction*, soit par une *production* de cet acide, *consécutives* à la sortie du sang du vaisseau. Indépendamment de ces deux causes perturbatrices, il faut aussi tenir grand compte de l'erreur résultant de la présence d'une certaine quantité de sérum dans la masse globulaire, à moins que l'on n'ait employé pour le dosage que la couche tout à fait inférieure, ce qui n'est pas toujours possible.

Dans les globules du sang veineux de l'homme la proportion de l'acide

glycuronique nous a paru égaler celle que l'on observe chez le chien : chez un sujet saigné pour une congestion cérébrale apyrétique elle atteignait 21 pour 100 des matières sucrées, et, chez un autre, affecté de congestion pulmonaire, 25 pour 100. Lorsque le sang est reçu dans un tube plongé dans la glace, le sérum, en général, ne renferme pas d'acide glycuronique.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° Une nouvelle édition, conforme à l'original, des *Études chimiques sur la végétation* de Jules Raulin. (Présenté par M. Roux.)

2° *Joseph Dombey, sa vie, son œuvre, sa correspondance*, par le Dr E.-T. Hamy. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

3° *Le Mexique et son évolution sociale*. (Remis, de la part du Ministre du Commerce et de l'Industrie à Mexico, par la Légation du Mexique.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème relatif aux dérivées secondes du potentiel d'un volume attirant*. Note de M. **A. Korn**, présentée par M. Émile Picard.

Soit $\bar{\theta}$ une fonction donnée, définie en tout point de la surface d'une sphère (R), uniforme et continue de telle manière que pour deux points 1 et 2 dont nous désignons la distance par r_{12} :

$$(1) \qquad |\bar{\theta}_2 - \bar{\theta}_1| \overline{\gtrless} A r_{12}^{\lambda} \qquad (0 \overline{\gtrless} r_{12} \overline{\gtrless} \sigma),$$

A étant une constante, σ une longueur finie, λ un nombre positif différent de zéro. Nous pouvons facilement calculer la solution θ du problème de Dirichlet pour l'intérieur de la sphère, qui prend les valeurs limites $\bar{\theta}$ à la surface de la sphère. Formons le potentiel

$$(2) \qquad V = \int_i \theta \frac{d\tau}{r}$$

du volume intérieur de la sphère, alors on démontre facilement à l'aide des

fonctions sphériques l'identité suivante à la surface de la sphère :

$$(3)\quad \bar{\theta} - \frac{1}{\pi}\left|\frac{\partial^2 V}{\partial \nu^2}\right|_e = \frac{1}{2R}\frac{\partial V}{\partial \nu} - \frac{1}{4\pi}\left\{\left|\int_S \bar{\theta}\frac{\cos(r\nu)}{r^2}ds\right|_e + \left|\int \bar{\theta}\frac{\cos(r\nu)}{r^2}ds\right|_i\right\},$$

en désignant par ν la normale intérieure de l'élément ds.

Ce lemme permet de démontrer un théorème important pour la théorie de l'élasticité :

Soit $\bar{\theta}$ une fonction donnée, définie en tout point d'une surface fermée ω possédant en chacun de ses points un plan tangent unique et deux rayons de courbure principaux bien déterminés. Supposons que la fonction $\bar{\theta}$ soit uniforme et continue sur ω de la manière exprimée par la condition (1). Formons le potentiel

$$(4)\qquad V = \int_i \theta \frac{d\tau}{r}$$

du volume intérieur en désignant par θ la solution du problème de Dirichlet pour l'intérieur de ω, qui prend les valeurs limites $\bar{\theta}$ à la surface ω. Alors on aura, en posant

$$(5)\qquad \psi = \bar{\theta} - \frac{1}{\pi}\left|\frac{\partial^2 V}{\partial \nu^2}\right|_e,$$

l'inégalité suivante pour deux points 1 et 2 de la surface ω dont la distance est désignée par r_{12} :

$$(6)\qquad |\psi_2 - \psi_1| \leqq \left(\varepsilon_\sigma A + \frac{c}{\varepsilon_\delta \sigma}\,\text{max. abs.}\,\bar{\theta}\right) r_{12}^\lambda \qquad [0 \leqq r_{12} \leqq \sigma(1-\delta)].$$

Dans cette inégalité δ représente un nombre aussi petit que l'on veut, c une constante finie, ε_δ et ε_σ des constantes finies aussi longtemps que δ et σ sont différents de zéro, mais convergeant respectivement avec δ et σ vers zéro.

On peut se servir de ce théorème pour arriver à une solution générale du problème d'équilibre dans la théorie de l'élasticité.

OPTIQUE. — *Sur la polarisation elliptique produite par les liqueurs mixtes.* Note de M. J. CHAUDIER, présentée par M. Mascart.

Dans une Note précédente (¹), j'ai indiqué que certaines substances cristallisées, disséminées sous forme de particules très petites dans des liquides mauvais conducteurs, constituaient des liqueurs mixtes qui, placées dans un champ électrique uniforme, polarisaient elliptiquement la lumière.

Ce phénomène peut encore être observé dans un champ magnétique uniforme (²); il se produit aussi, spontanément, sous la seule influence de la pesanteur (³).

Afin d'opérer dans des conditions comparables, j'ai préparé les liqueurs en associant un même poids du corps solide pulvérisé et finement tamisé à des volumes égaux des divers liquides employés. J'ai mesuré d'abord l'action de la pesanteur, puis, successivement, l'action d'un champ électrique et d'un champ magnétique, de façon à rapprocher les effets communs et à différencier les effets spéciaux à chacun de ces champs.

Je me suis servi, dans mes expériences, d'un polariscope de Bravais pour reconnaître si les vibrations de la lumière qui a traversé la liqueur sont rectilignes ou elliptiques. Les retards étaient mesurés au compensateur à teintes plates, préalablement gradué en longueurs d'onde du sodium $\left(\text{le tambour du compensateur est divisé en 100 parties égales, et un tour du tambour correspond à un retard de } \frac{\lambda}{13}\right)$.

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXXVII, 1903, p. 248.

(²) La biréfringence *magnétique* a été constatée en 1902 par Majorana sur des solutions d'hydroxyde de fer. MM. Cotton et Mouton (*Comptes rendus,* t. CXLI, 1905, p. 317 et 349) ont répété ces expériences en les variant et en précisant les circonstances de production du phénomène, qu'ils ont également observé avec certaines substances colloïdales et aussi avec une liqueur formée de carbonate de calcium et d'eau. De mon côté, à la suite de mes expériences sur la biréfringence *électrique* (1903), j'avais étudié l'action du champ magnétique sur les liqueurs actives dans le champ électrique, et, en opérant avec un champ intense et des liqueurs à particules cristallines plus finement pulvérisées, j'avais constaté (mars 1904) la production de biréfringence magnétique. La publication des travaux de MM. Cotton et Mouton m'engage à faire connaître les résultats de mes expériences relativement au champ magnétique.

(³) M. Meslin, qui s'est spécialement occupé du dichroïsme produit sous l'influence des mêmes causes (*Comptes rendus,* t. CXXXVI, 1903, p. 1641), a appelé *dichroïsme spontané* le phénomène de polarisation dû à l'orientation des particules cristallines des liqueurs mixtes sous l'action de la pesanteur : il n'a pas observé de biréfringence *spontanée.*

1° *Champ de la pesanteur.* — Bien qu'un grand nombre de particules cristallines échappent à l'action de ce champ peu intense, la polarisation elliptique est nettement indiquée par le polariscope et j'ai pu mesurer des retards correspondant à 50 divisions du tambour, c'est-à-dire à $\frac{\lambda}{26}$.

2° *Champ électrique.* — J'ai mesuré, dans un champ électrique uniforme, les différences de marche des deux composantes des rayons lumineux parallèles et perpendiculaires au champ pour un certain nombre de liqueurs; les résultats qui suivent ont été obtenus en associant l'acide borique à des liquides organiques.

a. Le retard δ_e est proportionnel à l'épaisseur de liqueur traversée par la lumière et soumise à l'action du champ.

Ainsi, avec la liqueur constituée par l'acide borique et le térébène, on obtient, selon l'épaisseur de la couche traversée, les valeurs suivantes de δ_e :

Épaisseur en centimètres......	1	2,5	4
δ_e en divisions du tambour....	43	105	170

b. δ_e croît rapidement avec l'intensité du champ et se fixe à une valeur constante. En opérant sur la liqueur précédente, les plateaux du condensateur étant distants de $6^{cm},2$, on trouve :

Différences de potentiel des plateaux en unités électrostatiques C.G.S.	δ_e en divisions du tambour.
10	85
16,1	160
27,5	210
37,3	215
54,6	220
77,0	225
84,7	225
91,0	230
97,8	230
104,5	230

Au delà d'une différence de potentiel de 91 unités, δ_e reste constant; sa valeur en λ du sodium est alors $\frac{230}{100} \times \frac{\lambda}{13} = 0,18\lambda$.

Les mesures ultérieures ont été faites dans un champ assez intense pour que δ_e ait atteint sa valeur constante.

c. δ_e varie avec le constituant liquide, quand on associe un même solide à des liquides différents. En étudiant les liqueurs obtenues par le mélange

de $0^g,3$ d'acide borique et 50^{cm^3} de divers liquides, j'ai observé des retards dont les valeurs (en divisions du tambour) sont inscrites dans le Tableau suivant :

Liquides.	Indices.	δ_e.	δ_m.
Sulfure de carbone........	1,633	35	30
Benzène..................	1,504	185	160
Pseudocumène...........	1,500	220	200
Térébène.................	1,472	230	220
Tétrachlorure de carbone...	1,463	380	400
Chloroforme..............	1,444	380	410
Pétrole...................	1,443	260	215
Acétate d'amyle...........	1,393	140	160
Éther sulfurique..........	1,356	30	40

Avec le chloroforme et le tétrachlorure de carbone, δ_e est exprimé par le nombre 380, soit $\frac{3}{10}\lambda$ environ.

3° *Champ magnétique.* — Les variations du retard δ_m sont semblables à celles de δ_e; le Tableau précédent montre que les valeurs de δ_m inscrites dans la dernière colonne sont très voisines des valeurs correspondantes de δ_e et varient dans le même sens.

Conclusions. — Les mêmes liqueurs mixtes, placées dans un champ *électrique* ou *magnétique uniforme*, polarisent *elliptiquement* la lumière et dans les *mêmes* proportions; les effets de la pesanteur sont analogues mais beaucoup plus faibles et ne peuvent être déterminés que *qualitativement*.

L'action commune des champs étudiés semble donc être une action *directrice*, et l'orientation des particules solides est due à leur structure cristalline et à leur forme.

PHYSIQUE. — *Nouvelles propriétés magnéto-optiques des solutions colloïdales d'hydroxyde de fer.* Note de MM. **A. Cotton** et **H. Mouton**, présentée par M. J. Violle.

Nous avons étudié antérieurement ([1]) la biréfringence magnétique (phénomène de Majorana) que présentent certaines solutions colloïdales d'hydroxyde de fer, lorsqu'elles sont placées dans un champ magnétique et

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 317 et 349. — *Société française de Physique*, 17 novembre 1905.

qu'elles sont traversées par un faisceau lumineux normal aux lignes de force. En poursuivant et complétant cette étude, nous avons été conduits à étudier ce qui se passe lorsque la lumière se propage parallèlement au champ. Nous avons observé ainsi les faits suivants :

I. Si l'on mesure (avec la lumière jaune de l'arc au mercure) le pouvoir rotatoire magnétique de ces solutions, on trouve qu'en général il ne diffère pas sensiblement de celui de l'eau, même si l'on prend des solutions concentrées. Mais il y a certains échantillons d'hydroxyde de fer colloïdal qui donnent des résultats tout différents. Tel est le cas d'un liquide à biréfringence magnétique négative, et surtout d'un liquide à biréfringence positive dont nous indiquerons ailleurs le mode de préparation et les propriétés (1). La matière en suspension dans ces liquides a un pouvoir rotatoire magnétique très net; *ce pouvoir rotatoire est négatif,* de sens opposé à celui de l'eau. Une solution concentrée donne en effet des rotations négatives qui, dans les mêmes conditions, s'annulent, puis deviennent positives quand on dilue le liquide.

II. *La loi de Verdet* (proportionnalité des rotations au champ magnétique), qui se vérifie, comme on sait, avec tous les liquides (2) étudiés jusqu'ici, que les rotations soient positives ou négatives, *ne s'applique pas à ces liquides.* Le pouvoir rotatoire magnétique propre du colloïde croît d'abord rapidement dans des champs très faibles, puis bientôt n'augmente plus que très lentement (ce caractère étant beaucoup mieux marqué avec le liquide à biréfringence positive). Il en résulte, par exemple, qu'un liquide étant assez dilué pour donner dans un champ intense une rotation positive, donne une rotation nulle si l'on affaiblit le champ suffisamment et une rotation négative dans des champs plus faibles encore.

III. Ce pouvoir rotatoire magnétique négatif est accompagné d'un *dichroïsme circulaire magnétique :* les vibrations circulaires parallèles aux courants d'Ampère, qui se propagent moins vite que les vibrations de sens inverse, sont plus affaiblies en traversant le liquide. L'angle dont la tangente mesure le rapport des axes de la vibration elliptique émergente et qui mesure ce dichroïsme augmente lui aussi très lentement avec le champ lorsque celui-ci n'est pas très faible.

IV. Ajoutons un peu de gélatine au liquide, à biréfringence positive, qui possède le plus nettement ces propriétés, enfermons-le dans une petite cuve et laissons la solution, placée dans le champ magnétique d'un électro-aimant, se prendre en gelée : *La cuve, une fois soustraite à l'action du champ magnétique, agit encore sur la lumière polarisée.* La rotation, mesurée au bout de plusieurs jours, n'a que très peu diminué. Cette rotation se distingue d'ailleurs de celle d'un corps naturellement actif : si l'on retourne la cuve face pour face, le pouvoir rotatoire change de signe, ce qui

---

(1) La loi de variation de la biréfringence avec le champ est analogue à celle que nous avons trouvée pour le *fer de Bredig.*

(2) La seule exception connue jusqu'ici à cette loi est celle que présente le *fer* lui-même en lames minces. Il est bon de rappeler que, dans ce cas, une vibration incidente tourne, en traversant la lame, *dans le sens des courants d'Ampère* et qu'elle acquiert une faible ellipticité *dans le même sens.*

est conforme aux conditions de symétrie du champ magnétique. Le sens de la rotation est, dans tous les cas, inverse de celui dans lequel circulaient les courants d'Ampère, dans le champ magnétique où la cuve était placée.

Si le même mélange de gélatine et de colloïde est placé dans une cuve où on le laisse faire prise en dehors de l'électro-aimant, le champ magnétique est encore capable d'y produire un pouvoir rotatoire résiduel, de même sens que précédemment, mais plus faible.

V. Les liquides colloïdaux possédant ces propriétés renferment des particules ultra-microscopiques, mais relativement grosses. On peut voir facilement, sans microscope, que ces particules sont magnétiques : si l'on étend une goutte de liquide sur une lame de verre placée horizontalement dans un champ magnétique non uniforme, les particules viennent former des amas bien visibles, dans les régions où le champ varie très rapidement.

Tous ces faits, comme nous le montrerons ailleurs, permettent de préciser l'explication (déduite de l'aimantation et de l'orientation des particules) des phénomènes de biréfringence observés normalement au champ. Certains d'entre eux montrent en particulier que ces particules ont une forme allongée et peuvent, dans certains cas, acquérir une aimantation permanente.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la phosphorescence cathodique de l'europium.* Note de M. G. **Urbain**, présentée par M. P. Curie.

Par une méthode nouvelle, nous avons extrait, M. H. Lacombe et moi (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 631), l'europium des terres de la monazite. Six fractions consécutives de cette terre ont présenté des caractères constants : mêmes poids atomiques, mêmes spectres d'absorption, mêmes spectres de fluorescence des solutions aqueuses, mêmes spectres d'étincelle.

J'ai extrait depuis l'europium du xénotime et de la pech-blende qui m'ont donné les mêmes résultats.

La terre préparée, à partir de minéraux très différents, par le fractionnement des nitrates doubles magnésiens en présence d'un excès du sel isomorphe de bismuth, présente donc la constance de propriétés qui est, en général, la caractéristique des éléments définis.

J'ai abordé alors l'étude de la phosphorescence cathodique que l'europium excite par dilution à des degrés divers dans les oxydes. Les principaux résultats de cette recherche sont les suivants :

1° L'oxyde pur d'europium n'est pas phosphorescent dans les conditions où j'opère.

2° Diluées dans la chaux, dans la proportion de 1 de Eu^2O^3 pour 99 de CaO, mes diverses fractions de terre pure ont donné la même phosphorescence rouge, sans présenter aucune différence spectrale.

3° Les termes successifs de mes fractionnements, compris entre l'europium pur et le gadolinium pur, sont phosphorescents sans addition d'aucune terre diluante. L'oxyde d'europium fonctionne alors comme excitateur et la gadoline comme diluant.

La phosphorescence, d'abord rouge pour les terres riches en europium, devient rose pour les fractions suivantes sans diminuer d'éclat. Elle vire de plus en plus au blanc dans la gadoline presque pure, en même temps que s'affaiblit l'intensité de la lumière, l'excitation cathodique demeurant constante.

Les spectres de ces fractions consécutives subissent graduellement des modifications exactement *comme si l'europium était un mélange d'au moins deux terres phosphorescentes,* qui dans mes fractionnements auraient déjà subi un commencement très net de séparation.

J'ai cherché alors si les mêmes variations spectrales ne se produisaient pas en examinant le même europium à divers états de dilution.

J'ai obtenu les résultats suivants :

4° Le même échantillon d'europium *pur,* dilué dans des proportions croissantes de même échantillon de gadoline *pure,* a permis de reproduire toutes les particularités spectrales observées dans la gadoline europifère des fractionnements.

Le spectre qui s'observe d'abord dans les terres très riches en europium présente uniquement des bandes dans le rouge et le jaune. Les plus caractéristiques sont : 631; 613,5; 611 [SS de sir W. Crookes] la plus forte du spectre; et 587,5.

Le spectre qui apparaît ensuite et qui se renforce à mesure que le premier s'affaiblit renferme un très grand nombre de raies depuis 594,8 jusqu'à 400,0. Les plus caractéristiques sont : dans le jaune 594,8; 592,0; 581,5; dans le vert 537 et 533; dans le bleu 489; 479,5; 473,8 et 472; dans l'indigo 468; 465 et 451; dans le violet 436; 428,7 et 426,5; dans l'ultra-violet 421; 417,0; 416,2; 414,1; 412,0 et 403,7. $\frac{1}{100000}$ d'europium donne à la gadoline une phosphorescence très appréciable où le second spectre l'emporte notablement sur le premier. Un mélange d'europium et de gadoline renfermant environ 0,4 pour 100 d'oxyde d'europium présente une très vive phosphorescence où les deux spectres se manifestent simultanément et sont également beaux.

5° L'europium pur dilué dans des proportions croissantes de chaux ou d'alumine donne également lieu à des variations spectrales analogues. Le phénomène, très net dans la chaux, l'est beaucoup moins dans l'alumine. Dans la chaux riche en europium, la bande 613 est beaucoup plus intense que la bande 593; dans la chaux ne renfermant que des traces d'europium, la bande 593 l'emporte notablement sur la bande 613. Beaucoup d'autres bandes se comportent de même. D'une manière générale, les bandes vertes, bleues, violettes et ultra-violettes du spectre se comportent comme la bande 593; la plupart des bandes rouges et jaunes se comportent comme la bande 613.

Dans l'alumine, le premier spectre est toujours très brillant, tant que la teneur en europium est suffisante pour donner au mélange une phosphorescence aisément observable; le second spectre ne commence à apparaître qu'avec des terres peu phosphorescentes et ne renfermant que des traces d'europium.

Ces expériences de contrôle montrent que, *malgré les apparences spectrales* observées dans les termes intermédiaires de mes séparations de gadolinium et d'europium, l'europium n'a pas nécessairement subi un commencement de scission; mais de nouvelles recherches sont indispensables pour décider si l'europium doit être considéré comme un mélange de deux éléments phosphorescents distincts, ou si les différences que présente le spectre de l'europium à des degrés divers de dilution doivent être imputées à une cause purement physique indépendante de toute complexité élémentaire.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les mélanges d'antimoine et de tellure, d'antimoine et de sélénium. Constante cryoscopique de l'antimoine.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. H. Moissan.

Sous l'action de la chaleur, le tellure se combine directement à l'antimoine, de sorte qu'un mélange quelconque des deux corps donne du tellurure d'antimoine accompagné d'un excès de l'un ou l'autre des éléments. Les mélanges ainsi obtenus fondent à des températures qui ne dépassent pas 620° et donnent des liquides homogènes qui, contrairement à ce qui arrive avec le sulfure d'antimoine ([1]), ne se séparent pas en deux couches superposées.

Nous avons étudié la solidification de ces liquides et nous avons pu tracer complètement la ligne de fusibilité en portant en abscisses les valeurs R du rapport de la masse de tellure à la masse totale du mélange (R est exprimé en centièmes), en ordonnées les valeurs correspondantes de la température de la solidification commençante.

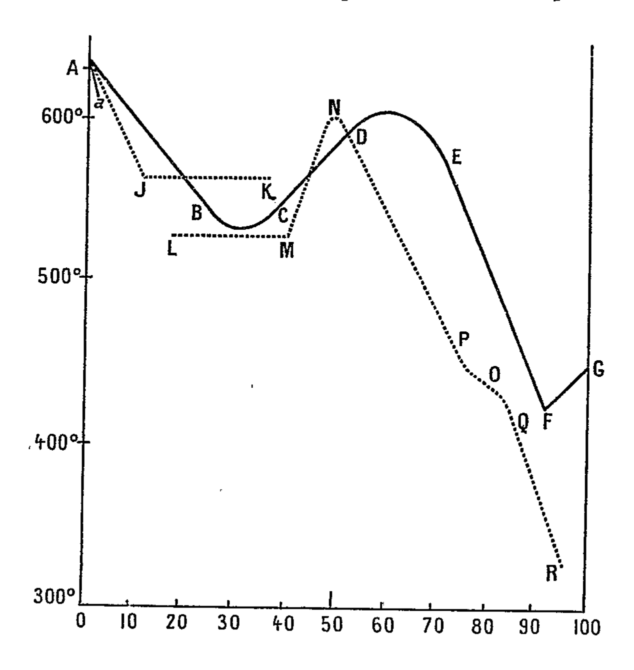
Comme le montre la figure, la ligne de fusibilité comprend quatre portions de droites dessinant un W. Ces droites sont déterminées par les coordonnées suivantes de deux de leurs points :

	T.	R.
A	632°	0,00
B	544	24,25
C	538	34,60
D	595	54,42
E	563	72,66
F	425	90,50
G	452	100,00

([1]) H. Pélabon, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 277.

Les trois premières droites sont reliées par deux lignes courbes BC et DE. Il existe donc un maximum de la température de solidification : c'est le point de fusion de la combinaison répondant à la formule Sb^2Te^3. Il y a deux minima de la température de solidification : l'un est relatif au mélange dont la composition est voisine de Sb^5Te^2, l'autre représente l'ordonnée du point anguleux F, l'eutectique correspondant a une composition voisine de $SbTe^{10}$. La ligne de fusibilité part du point A dont l'ordonnée représente la température de fusion de l'antimoine (632°), elle aboutit en G dont l'ordonnée est la température de fusion du tellure (452°).

Le séléniure d'antimoine fondu se mélange de même parfaitement, soit à l'antimoine, soit au séléniure également fondus. Quelles que soient les masses de séléniure et d'antimoine en présence, on n'observe pas deux couches liquides nettement séparées comme cela se produit avec le sulfure en présence d'un excès soit d'antimoine, soit de soufre. Cependant, au point de vue de la fusibilité et pour certaines compositions des mélanges,



tout se passe comme s'il existait deux liquides bien déterminés se solidifiant l'un après l'autre aux températures 566° et 518°. En effet, avec tous les mélanges pour lesquels le rapport R (de la masse de séléniure à la masse totale du mélange) reste compris entre 11 et 39, on observe que la solidification commençante et la solidification finissante se produisent à peu près respectivement à ces deux températures. Entre ces limites la ligne de fusibilité comprend les deux droites JK et LM presque parallèles à l'axe des abscisses. En dehors de ces limites, on a deux lignes AJ et MN qui sont presque droites. En N l'ordonnée est maximum et représente la température de fusion du séléniure

d'antimoine de formule Sb^2Se^3 (605°). Les mélanges de séléniure et de sélénium donnent la ligne de fusibilité NPOQR qui comprend deux parties presque rectilignes réunies par une portion de courbe présentant une inflexion pour la valeur 76,75 du rapport R.

Le mélange correspondant a pour constitution Sb^2Se^7. Remarquons que le point anguleux M de la ligne de fusibilité correspond au mélange de 1[at] de sélénium et de 1[at] d'antimoine.

Constante cryoscopique de l'antimoine. — Si l'on détermine très exactement les points des deux lignes AB et AJ, on peut calculer la constante cryoscopique de l'antimoine; en effet, connaissant la valeur du rapport R pour un point de ces lignes, on déduit facilement le poids P de séléniure ou de tellurure dissous dans 100g d'antimoine, l'ordonnée correspondante permet de calculer l'abaissement du point de solidification. Nous avons trouvé, de cette manière :

Tellurure d'antimoine (poids moléculaire 623).

P	5,14	19,32	28,8
C	9	32	44
$\frac{C}{P}$	1,75	1,65	1,53

L'abaissement à l'origine a pour valeur $\left(\frac{C}{P}\right)_0 = 2$ et la constante cryoscopique

$$K = \left(\frac{C}{P}\right)_0 M = 2 \times 623 = 1246.$$

Séléniure d'antimoine (poids moléculaire 478).

P	6,62	13,25	19,88
C	15	27	36
$\frac{C}{P}$	2,26	2,03	1,82

ce qui donne

$$K = \left(\frac{C}{P}\right)_0 M = 2,58 \times 478 = 1233.$$

On peut prendre pour valeur de la constante cryoscopique le nombre 1240.

Comme je l'ai montré, le sulfure d'antimoine Sb^2S^3 se dissout très peu dans l'antimoine liquide. La solution est déjà saturante pour $R = 1,5$, c'est-à-dire quand elle renferme 5g,53 de sulfure pour 100g d'antimoine; elle se solidifie alors à 615°. Il est très difficile de déterminer avec précision la

ligne de fusibilité pour les valeurs de R comprises entre o et 1,5. Si l'on admet qu'elle se confond avec une droite Aa, on peut calculer la constante cryoscopique qu'on trouve égale à 1228, nombre assez rapproché des précédents.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthoxytrichloropentanol* 1.5.4 *et α-trichlorométhyltétrahydrofurfurane*. Note de M. l'abbé **J.-L. Hamonet**, présentée par M. G. Lemoine.

Méthoxytrichloropentanol. — Pour continuer mes recherches sur les éthers oxydes halogénés $RO(CH^2)^nX$ (¹), j'ai fait agir le chloral anhydre sur le dérivé magnésien du méthoxypropane iodé 1.3.

Le produit principal de la réaction est le méthoxytrichloropentanol 1.5.4

$$CH^3O.CH^2.CH^2.CH^2.CHOH.CCl^3.$$

Par distillation ce corps est facilement séparé des composés qui l'accompagnent. Il bout à 142°-143° sous 17^{mm} de pression et se prend parfois en cristaux dans le réfrigérant. Purifié par deux ou trois cristallisations dans l'éther, il a donné à l'analyse : Cl pour 100, 48,02 et 48,05; calculé pour $C^6H^{11}O^2Cl^3$: 48,08.

Le méthoxypentanol 1.5.4 est un corps solide, incolore; il fond à 59° et peut rester en surfusion pendant plusieurs jours à la température ordinaire. Il possède une faible odeur camphrée, une saveur amère. Il est insoluble dans l'eau, mais très soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme. De sa solution éthérée il se dépose en lames biréfringentes parallèles à la base p et limitées par les faces m et a^1 d'un cristal clinorhombique, dont l'angle $\beta = 108°25'$ et les paramètres $a:b:c = 1,008:1:1,75$ (Er. Porcher).

Il ne réduit pas la solution alcoolique de nitrate d'argent, même additionnée d'ammoniaque; mais il réduit très facilement la liqueur de Fehling et aussi l'oxyde d'argent précipité par un alcali. On peut admettre que sous l'action de la potasse il se transforme en un acide de la série lactique $CH^3O.CH^2.CH^2.CH^2.CHOH.CO^2H$, qui agit comme réducteur, car cette propriété ne se retrouve plus quand on enlève la fonction alcool, comme on le verra dans le dérivé suivant.

α-Trichlorométhyltétrahydrofurfurane. — En distillant le mélange de méthoxytrichloropentanol et d'anhydride phosphorique dans le vide, au bain de paraffine, j'espérais enlever une molécule d'eau et obtenir le méthoxytrichloropentène 1.5.3

$$CH^3O.CH^2.CH^2.CH:CH.CCl^3.$$

Dernièrement Eduardo Victoria a transformé par ce moyen le trichloroisopropanol

(¹) Voir *Comptes rendus,* t. CXXXVIII, p. 975 et 1609, et t. CXLI, 26 décembre 1905, p. 1244.

en trichloropropène ([1]). Mais le corps que j'ai obtenu ne prend pas le brome et le dosage du chlore (56,05 pour 100) correspond à $C^5H^7OCl^3$, qui demande Cl pour 100 : 56,20.

C'est donc une molécule de méthanol qui a été enlevée, non une molécule d'eau et il s'est formé l'α-trichlorométhyltétrahydrofurfurane

$$\begin{array}{lll} CH^2 & - & CH^2 \\ | & & | \\ CH^2 & & CH - CCl^3. \\ & \diagdown O \diagup & \end{array}$$

Ce corps est un liquide très mobile, incolore, à vive odeur camphrée, à saveur amère et brûlante. Densité à 18° : 1,42. Il bout à 90°-91° sous 17^{mm} et à 203°-204° sous la pression ordinaire (758^{mm}) en se décomposant un peu. Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool ou l'éther. Il ne réduit ni la solution alcoolique de nitrate d'argent, ni la liqueur de Fehling. La solution alcoolique de soude l'attaque même assez difficilement. Je ne désespère pas cependant de le transformer en l'acide inconnu tétrahydropyromucique

$$\begin{array}{lll} CH^2 & - & CH^2 \\ | & & | \\ CH^2 & & CH - CO^2H. \\ & \diagdown O \diagup & \end{array}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Amides et nitriles acétyléniques.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **I. Lazennec**, présentée par M. H. Moissan.

L'un de nous, seul ou en commun avec M. Delange, M. Desmots ou M. Brachin, a mis en lumière, dans des Mémoires antérieurs sur diverses séries de corps à fonction acétylénique, la grande activité chimique de la plupart de ces composés. Comme suite à ces recherches, nous avons entrepris l'étude des amides acétyléniques $R - C \equiv C - COAzH^2$ et des nitriles acétyléniques $R - C \equiv C - CAz$.

Nous avons reconnu que ces substances, grâce au voisinage immédiat de la liaison acétylénique et de la fonction amide ou nitrile, se prêtent également à des réactions variées, où entrent en jeu tantôt l'un ou l'autre, tantôt

([1]) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 1904, p. 1105.

l'un et l'autre des deux groupements fonctionnels. Nous ferons connaître prochainement les principaux résultats de nos expériences. Notre intention est simplement, dans cette Note préliminaire, d'indiquer la préparation et les propriétés générales des corps sur lesquels nous avons opéré.

Amides acétyléniques $R - C \equiv C - COAzH^2$. — L'amide amylpropiolique a déjà été préparée par MM. Moureu et Delange (*Bul. Soc. chim.*, 3e série, t. XXIX, p. 657) et l'amide phénylpropiolique par MM. Stockhausen et Gattermann (*Berichte*, t. XXV, p. 3537) en faisant agir l'ammoniaque ou le carbonate d'ammoniaque sur le chlorure d'acide correspondant.

Nous obtenons les amides acétyléniques, très facilement, avec des rendements sensiblement théoriques et à l'état immédiatement pur, en attaquant à froid les éthers-sels par l'ammoniaque en solution aqueuse concentrée.

L'amide amylpropiolique $CH^3 - (CH^2)^4 - C \equiv C - COAzH^2$ fond à 91°, l'amide hexylpropiolique $CH^3 - (CH^2)^5 - C \equiv C - COAzH^2$ à 92°, et l'amide phénylpropiolique $C^6H^5 - C \equiv C - COAzH^2$ à 106° (le produit de MM. Stockhausen et Gattermann fondait à 99°-100°). Ces trois corps se présentent en lamelles blanches, légères, plus ou moins brillantes; ils se dissolvent facilement dans l'alcool, l'alcool méthylique et le chloroforme; ils sont moins solubles dans l'éther et peu solubles dans l'eau.

La potasse alcoolique saponifie à chaud ces amides en donnant l'acide acétylénique correspondant $R - C \equiv C - CO^2H$. Celui-ci se transforme ensuite plus ou moins complètement, par hydratation, en acide β-cétonique $R - CO - CH^2 - CO^2H$, puis en acétone correspondante $R - CO - CH^3$ ou acide $R - CO^2H$.

Si l'on dissout l'amide phénylpropiolique dans l'acide sulfurique concentré et qu'on verse la solution dans l'eau, on obtient, par fixation d'eau sur la liaison acétylénique, la benzoylacétamide

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - COAzH^2.$$

Ce composé, qui fond à 111°-113°, a été préparé par Obréggèa (*Lieb. Ann.*, t. CCLXVI, p. 332) en hydratant de même la cyanacétophénone

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - CAz$$

par l'acide sulfurique concentré; sa solution alcoolique se colore fortement en rouge par le perchlorure de fer. Par contre, les deux amides de la série grasse résistent à froid à l'action de l'acide sulfurique; l'amide se retrouve intacte après le traitement de la solution sulfurique par l'eau. À chaud, il y a attaque partielle; mais la molécule se dédouble et l'on observe la formation d'acétone $R - CO - CH^3$.

Nitriles acétyléniques $R - C \equiv C - CAz$. — MM. Moureu et Delange ont obtenu antérieurement le nitrile phénylpropiolique $C^6H^5 - C \equiv C - CAz$ dans l'action du cyanogène sur le phénylacétylure de sodium $C^6H^5 - C \equiv CNa$ (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVI, p. 99). Ayant repris l'étude de cette réaction, intéressante par sa simplicité, nous n'avons pu réussir à la rendre pratique dans l'application.

Nous préparons très aisément les nitriles acétyléniques, au contraire, en déshydratant, suivant le procédé classique, les amides par l'anhydride phosphorique.

Le nitrile amylpropiolique $CH^3 - (CH^2)^4 - C \equiv C - CAz$ distille à 194°-196° (corr.) sous la pression normale, et à 80°-81° sous 13mm :

$$D_{4°}^{13°} = 0,8508; \qquad n_D^{13} = 1,4553.$$

Le nitrile hexylpropiolique $CH^3 - (CH^2)^5 - C \equiv C - CAz$ bout à 212°-213° (corr.) sous la pression normale, et à 95°-96° sous 13mm :

$$D_{4°}^{14°,4} = 0,8493, \qquad n_D^{14°,4} = 1,45637.$$

Le nitrile phénylpropiolique $C^6H^5 - C \equiv C - CAz$ fond à 41°, et distille, sous la pression normale à 228°-229° (corr.), et sous 13mm à 105°-106° :

$$D_{4°}^{41°,5} = 1,0046, \qquad n_D^{41°,5} = 1,58535;$$

sa vapeur est très irritante.

La potasse alcoolique agit énergiquement sur les nitriles acétyléniques. Outre l'acide acétylénique provenant de la saponification et ses produits d'hydratation et de dédoublement, on observe la formation de composés résultant de l'addition d'alcool au nitrile, tel le corps

$$C^6H^5 - C(OC^2H^5) = CH - CAz.$$

Si on laisse pendant quelques jours le nitrile amylpropiolique en contact avec 10 parties d'acide sulfurique concentré et qu'on verse ensuite la liqueur dans l'eau glacée, l'amide correspondante se précipite, la fonction nitrile ayant seule été attaquée; la réaction est analogue avec le nitrile hexylpropiolique $C^6H^{11} - C \equiv C - CAz$. En soumettant au même traitement le nitrile phénylpropiolique $C^6H^5 - C \equiv C - CAz$, on produit, au contraire, la benzoylacétamide $C^6H^5 - CO - CH^2 - COAzH^2$, qui résulte de la fixation d'eau à la fois sur la fonction nitrile et sur la fonction acétylénique.

L'inégalité d'action de l'acide sulfurique sur les amides ou nitriles acétyléniques, suivant qu'ils appartiennent à la série grasse ou à la série aromatique, est à rapprocher de l'observation analogue qui a été faite par

MM. Moureu et Delange dans le cas des acides et des éthers-sels acétyléniques (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXIX, p. 666).

La réfraction moléculaire des amides et des nitriles acétyléniques présente des exaltations plus ou moins fortes. Nous nous bornons à rappeler ce fait, que l'un de nous a relaté tout dernièrement dans un travail d'ensemble sur la réfraction des composés acétyléniques. (*Comptes rendus*, 27 novembre 1905).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation glycidique des aldéhydes avec l'éther α-chloropropionique*. Note de M. **Georges Darzens**, présentée par M. A. Haller.

Après avoir indiqué une méthode générale de préparation des éthers glycidiques αβ substitués par condensation des cétones avec l'éther α-chloropropionique [1], il était important de rechercher si cette réaction pouvait être appliquée aux aldéhydes.

La condensation des homologues de l'acide chloracétique avec les aldéhydes est beaucoup moins générale que la même condensation avec les cétones. Il est toutefois fort remarquable qu'elle donne des résultats dans le cas où cette réaction échoue complètement avec l'éther monochloracétique.

Dans la série grasse j'ai pu préparer des éthers glycydiques αβ disubstitués du type

$$(1)\qquad \begin{array}{l} \qquad\qquad\quad CH^3 \\ \qquad\qquad\ \ / \\ R-CH-C \\ \quad\ \ \diagdown\ \diagup\ \diagdown \\ \qquad\ O \quad\ CO^2C^2H^5 \end{array},$$

en condensant l'acétaldéhyde, l'aldéhyde propylique et l'aldéhyde isovalérique, mais les rendements sont toujours très faibles (20 à 30 pour 100 au plus).

La saponification de ces éthers donne des acides relativement stables dont la décomposition pyrogénée est fort complexe et ne m'a pas permis de préparer des cétones.

Le trioxyméthylène se condense également et permet d'obtenir l'éther α-méthylglycidique préparé antérieurement par Melikoff.

---

(1) Georges Darzens, *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 766.

Les aldéhydes aromatiques donnent, au contraire, de très bons rendements et les acides glycidiques ainsi préparés se décomposent nettement en acide carbonique et cétones du type $R - CH^2 - CO - CH^3$.

L'*aldéhyde benzoïque* donne avec un rendement de 50 pour 100 l'éther α-méthyl-β-phénylglycique, liquide bouillant à 153°-154° sous 18mm. L'acide libre se décompose par distillation dans le vide en acide carbonique et méthylbenzylcétone qui a été caractérisée par sa semicarbazone.

L'*aldéhyde anisique* donne l'éther α-méthyl-β-anisylglycidique bouillant à 189°-190° sous 20mm. Le sel de soude se décompose par simple ébullition de sa solution en bicarbonate de soude et anisylacétone caractérisée par sa semicarbazone et son oxyme.

Le *piperonal* donne un éther glycidique bouillant à 205°-210° sous 25mm. Le sel de soude se décompose également par la simple ébullition de sa solution en donnant la pipéronylacétone.

Le *furfurol*, dont on connaît les analogies avec les aldéhydes aromatiques, m'a permis de préparer très facilement avec un rendement de 50 pour 100 environ α-méthyl-β furfurylglycidate d'éthyle, liquide incolore bouillant à 150°-151° sous 30mm.

Cet éther glycidique se saponifie facilement par la soude en solution aqueuse, et l'ébullition de quelques minutes de cette solution suffit pour amener la séparation du bicarbonate de soude et la formation de furfurylacétone

```
      O
    /   \
CH       C — CH² — CO — CH³.
||       ||
CH ————— CH
```

Cette cétone, qui n'était pas encore connue, se présente sous l'aspect d'un liquide incolore bouillant à 179°-180° et ayant une odeur de raifort.

La semicarbazone fond à 173°-174°, son oxime est liquide et distille vers 135°-140° sous 25mm.

Ainsi que cela avait été déjà observé par MM. Bouveault et Béhal pour des cétones de constitution voisine, la furfurylacétone est soluble dans de l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les cétones β-chloréthylées et vinylées acycliques.* Note de MM. **E.-E. Blaise** et **M. Maire**, présentée par M. A. Haller.

Tandis que, dans un grand nombre de composés naturels, on rencontre la liaison éthylénique aux extrémités des chaînes carbonées, les corps synthétiques répondant à ce type sont très rares. Aussi avons-nous cherché à

préparer les composés vinylés et, en particulier, les alcoyl-vinylcétones. Ces cétones, ainsi que les cétones β-chloréthylées correspondantes, sont actuellement inconnues et nous avons trouvé une méthode synthétique qui permet de préparer avec facilité ces deux groupes de composés. Les cétones β-chloréthylées s'obtiennent aisément en faisant réagir le chlorure de β-chloropropionyle sur les dérivés organométalliques mixtes du zinc. Ces cétones halogénées constituent des liquides à odeur peu prononcée lorsqu'elles sont pures. Elles renferment fréquemment une petite quantité de cétone vinylée qui leur communique une odeur extrêmement piquante. La β-chloréthyl-éthylcétone bout à 68° sous 20^{mm}, la cétone propylée, à 73° sous 10^{mm} et la cétone isobutylée, à 80° sous 12^{mm}. Ces cétones halogénées donnent immédiatement les semi-carbazones correspondantes, mais celles-ci sont très peu stables. Par action de l'acétate de sodium, en solution aqueuse et à l'ébullition, elles se transforment en carbamylpyrazolines, par suite de la fermeture de la chaîne, avec élimination d'hydracide :

$$\begin{array}{l} CH^2Cl-CH^2-C-R \\ \qquad\qquad\qquad\quad \| \\ NH^2-CO-NH-N \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} CH^2-C-R \\ \;\;| \qquad \| \\ CH^2 \quad N \\ \quad \diagdown \diagup \\ \quad N-CO-NH^2 \end{array}.$$

Les cétones vinylées se préparent sans difficulté et avec des rendements satisfaisants, à partir des cétones β-chloréthylées. Il suffit, en effet, de faire bouillir les dernières avec de la diéthylaniline, dans des conditions convenables :

$$CH^2Cl-CH^2-CO-R \rightarrow CH^2=CH-CO-R.$$

Les alcoylvinylcétones constituent des liquides mobiles, à odeur extrêmement intense et piquante. La vinyléthylcétone bout à 31° sous 47^{mm}, la vinylpropylcétone à 24° sous 10^{mm}, et la vinylisobutylcétone à 32° sous 10^{mm}. Ces composés se polymérisent spontanément, au bout d'un certain temps, et très rapidement sous l'influence de la chaleur et des agents alcalins. Elles doivent toujours être distillées à la plus basse température possible.

Les cétones vinylées sont remarquables par leur grande affinité chimique. Elles réagissent aussi facilement par leur liaison éthylénique que par leur fonction cétonique. La semicarbazide ne donne pas de semicarbazone simple, mais une semicarbazo-semicarbazone; de même, l'hydroxylamine donne directement une hydroxylaminooxime. Les isoxazolines correspondant aux cétones vinylées s'obtiennent par action de l'hydroxylamine sur les cétones chloréthylées correspondantes. Ce sont des liquides bouillant sans décomposition dans le vide et ne possédant que des propriétés basiques extrêmement faibles. La phénylhydrazine et l'hydrazine réagissent également avec

facilité sur les cétones vinylées en donnant les pyrazolines et phénylpyrazolines correspondantes. Les phénylpyrazolines sont colorées en rouge violet intense par une trace d'acide azotique.

Les pyrazolines simples sont des liquides basiques qui donnent des sels, des chloroplatinates, des picrates et des phénylurées. Parmi les réactions d'addition les plus remarquables des cétones vinylées, il faut citer la fixation des bases secondaires sur leur double liaison. La fixation se produit, en effet, avec une extrême facilité, il suffit de mélanger les composants, en présence d'un peu d'éther, pour obtenir presque immédiatement et quantitativement l'aminocétone correspondante

$$CH^2 = CH - CO - R + (C^2H^5)^2NH = {C^2H^5 \atop C^2H^5}\!\!>\!N - CH^2 - CH^2 - CO - R.$$

La réaction peut être comparée, dans une certaine mesure, au titrage d'un acide par un alcali. La β-diéthylaminoéthyl-éthylcétone bout à 80°, sous 10^{mm}, et la β-pipéridinoéthyl-éthylcétone, à 107°, sous 11^{mm}. Ces composés sont basiques et donnent des picrates et des chloroplatinates. Leur fonction cétonique réagit avec facilité et l'on obtient, dans les conditions ordinaires, les semi-carbazones correspondantes.

Enfin, les dérivés sodés se fixent également sur la liaison éthylénique des cétones vinylées, mais il y a toujours polymérisation partielle de la cétone. Il est préférable de partir de la cétone β-chloréthylée correspondante. L'acétylacétate d'éthyle, par exemple, donne des éthers dicétoniques et la saponification de ces derniers constitue une méthode intéressante de préparation des alcoylcyclohexanones. Nous nous proposons de poursuivre l'étude des cétones β-chloréthylées et vinylées.

MINÉRALOGIE. — *Sur une modification cristalline stable dans deux intervalles de température.* Note de M. **Fréd. Wallerant**, présentée par M. A. de Lapparent.

L'azotate d'ammonium fondu cristallise par refroidissement en cristaux cubiques qui, à la température de 125°, se transforment en cristaux quadratiques, positifs. C'est cette modification, stable jusqu'à 82°, qui réapparaît à la température de —16°, pour subsister jusqu'aux températures les plus basses.

A 82°, les cristaux quadratiques se transforment en cristaux non orthorhombiques, mais monocliniques, comme le démontre la présence de trois systèmes de macles artificielles, et à 32° apparaissent des cristaux orthorhombiques quasi-quadratiques. Si, en effet, on comprime une section

parallèle au plan des axes optiques, on fait naître quatre systèmes de macles dodécaédriques, orientées comme les macles sur les quatre arêtes b^1 d'un cristal quadratique, les directions d'extinction étant à 45° des traces des plans de macle. Comme on le sait, il est facile de passer directement de la modification quadratique à cette modification orthorhombique; il suffit pour cela de comprimer légèrement les cristaux. On constate alors qu'il y a une relation immédiate entre les deux modifications : l'axe optique des cristaux quadratiques devient l'axe moyen des cristaux orthorhombiques, les traces des plans de macle, c'est-à-dire des plans b^1, étant parallèles dans les deux espèces de cristaux.

Si l'on refroidit les cristaux orthorhombiques, à partir de — 16°, ils se transforment en cristaux uniaxes, positifs, et cela par un processus tout particulier : sous l'influence de la contraction, les cristaux se clivent suivant deux systèmes de plans et, parmi les minces lamelles ainsi séparées, les unes se transforment tandis que d'autres restent intactes. Il en résulte que les lamelles transformées prennent toutes les apparences de lamelles hémitropes et, de la disposition de ces lamelles, j'avais conclu que les cristaux uniaxes étaient rhomboédriques, alors qu'ils sont quadratiques, car on constate facilement que dans la transformation l'axe quasi-quadratique des cristaux orthorhombiques devient l'axe optique des nouveaux cristaux. Ces nouveaux cristaux quadratiques sont donc orientés comme les premiers, ce qui ne saurait nous étonner, car Mallard et Le Chatelier dans le quartz, moi-même dans l'azotate de potasse, avons constaté l'existence de deux modifications rhomboédriques orientées parallèlement. Mais, bien plus, dans l'azotate d'ammonium, il n'y a qu'une modification quadratique, comme cela résulte des faits suivants. Si l'on ajoute à l'azotate d'ammonium une petite quantité d'azotate de cæsium, la modification quadratique, résultant de la transformation cubique, est stable non seulement à la température ordinaire, mais encore aux températures les plus basses; par contre, il suffit de comprimer la préparation avec la pointe d'un scalpel, pour que le cristal comprimé se transforme en un cristal orthorhombique, qui ne subsiste que tant que la pression se fait sentir, de telle sorte que, si la pointe du scalpel se déplace à la surface de la préparation, il en est de même de la plage transformée. Si l'on diminue la quantité d'azotate de cæsium, les plages orthorhombiques obtenues par compression subsistent quand la pression cesse de s'exercer, mais, soit en les réchauffant, soit en les refroidissant, on retransforme ces plages en cristaux quadratiques orientés comme précédemment.

Ces faits s'expliquent de la façon suivante : si l'on porte sur un axe des x la pression et sur un axe des y la température de transformation, dans le premier cas la modification orthorhombique est stable à l'intérieur d'une courbe tournant sa convexité vers l'axe des y, mais ne coupant pas cet axe : il faut donc comprimer légèrement le cristal pour l'amener dans les conditions de température et de pression nécessaires à la stabilité de la modifica-

tion orthorhombique; dans le second cas, la courbe coupe l'axe des y en deux points rapprochés, de sorte que la modification orthorhombique n'est stable que dans un intervalle de température très restreint, sous la pression ordinaire et qu'il suffit d'un réchauffement ou d'un refroidissement assez faible pour la faire disparaître. Cet intervalle de température augmente à mesure que la quantité d'azotate de cæsium diminue et, pour l'azotate d'ammonium pur, il s'étend de $-16°$ à une température voisine de $-40°$; pour une certaine valeur négative de la pression, c'est-à-dire pour une certaine traction, il y a continuité entre la modification quadratique stable aux hautes températures et celle qui n'est stable qu'aux basses températures. On se trouve en présence d'un phénomène analogue à celui que nous offre le mélange de nicotine et d'eau, substances qui sont miscibles en toutes proportions au-dessous de 60° et au-dessus de 210°, mais dont le mélange se sépare en deux couches entre ces deux températures.

En outre de la forme de la courbe précédente, on déduit, grâce à la formule de Clapeyron, que, quand on passe de la modification quadratique à la modification orthorhombique par échauffement, il doit y avoir contraction; c'est ce que j'ai pu vérifier expérimentalement au moyen du dilatomètre de van' t Hoff.

MINÉRALOGIE. — *De l'influence des matières colorantes d'une eau mère sur la forme des cristaux qui s'en déposent (acide phtalique).* Note de M. **P. Gaubert**, présentée par M. A. Lacroix.

L'influence que possèdent certaines substances, en solution dans une eau mère, sur les formes des cristaux qui prennent naissance dans celle-ci, a été reconnue depuis longtemps et a été l'objet de nombreux travaux. Mais on s'est généralement borné à constater les variations de forme dues à la présence des matières étrangères sans rechercher leur cause. Une tentative d'interprétation du phénomène a seulement été faite par M. Berent, dans le but de vérifier expérimentalement la théorie de M. Curie sur le développement des faces.

J'ai repris l'étude de cette question et, comme matière étrangère, j'ai employé des substances colorantes solubles dans l'eau mère. Les expériences faites avec les nitrates de plomb, d'urée, etc. m'ont fourni des résultats assez inattendus : les cristaux de ces substances peuvent, au cours de leur accroissement, absorber une certaine quantite de bleu de

méthylène et, dans ce cas, leur coloration est accompagnée de modifications dans leurs formes cristallines. En outre, d'une manière générale, la fixation de la matière colorante se produit inégalement suivant les diverses faces et ce sont celles qui ont la faculté d'absorber le plus de matière colorante qui prennent alors le plus grand développement.

Un nouvel exemple de ces deux propriétés connexes est fourni par l'*acide phtalique* [$C^6H^4(CO^2H)^2$] qui est remarquable par la facilité avec laquelle il laisse pénétrer les matières colorantes dans son réseau cristallin. M. O. Lehmann a bien coloré artificiellement les cristaux de cette substance, mais je me propose de montrer qu'en outre, de même que pour certains des corps antérieurs étudiés par moi, l'introduction de ces matières colorantes entraîne des modifications dans leurs formes.

La nature et le développement relatif des faces que prennent les cristaux d'acide phtalique sont très sensibles aux conditions de la cristallisation (Muthmann et Ramsay); aussi, pour mettre en évidence les modifications réellement dues aux matières étrangères, est-il indispensable de préparer les cristaux étudiés dans des conditions strictement identiques.

Dans une série d'expériences, ces derniers ont été obtenus en laissant refroidir lentement une solution aqueuse, bouillante, saturée.

Je rappellerai d'abord que l'acide phtalique est monoclinique et qu'il possède un clivage très facile suivant (212). D'après mes observations, il en existe en outre un autre beaucoup moins net, parallèle à une face de la zone pg^1 (e^1 ou p) et les cristaux sont hémiédriques. Les propriétés optiques, les traces de clivages et les figures de corrosion dont l'allongement est parallèle à l'arête pg^1 (éther, alcool) ou à l'axe vertical (eau), permettent d'orienter les petits cristaux qui ne peuvent être observés qu'au microscope.

Les cristaux obtenus d'une solution dans l'eau distillée pure sont aplatis suivant g^1, allongés parallèlement à l'axe vertical et montrent latéralement les faces $p(001)$, $e^1(011)$, $h^3(210)$, très étroites, ainsi que (212) et $(\bar{2}12)$, peu développées.

Ceux qui sont produits dans une solution colorée par une matière colorante organique sont toujours différents de ce type normal et, suivant la nature du colorant, ils présentent des formes particulières pouvant être ramenées aux trois types suivants :

Premier type. — Avec le *bleu de méthylène,* les cristaux sont toujours aplatis suivant g^1; mais ils sont beaucoup plus minces que le type normal et allongés parallèlement à l'axe antéropostérieur a; les faces $p(001)$, $(212)(\bar{2}12)$ manquent ou sont à peine développées. La structure en sablier, si fréquente dans certains minéraux, s'observe toujours; les secteurs correspondant aux faces $e^1(011)$ sont plus colorés que ceux qui sont relatifs à $h^3(210)$.

La *fuchsine*, la *rosaniline*, le *brun Bismark*, l'*écarlate de Biebrich* donnent des cristaux dont les formes sont voisines de celles produites par l'addition du bleu de méthylène. Avec la première de ces substances, les cristaux sont cependant plus épais et se rapprochent un peu de ceux obtenus dans une eau mère pure.

Deuxième type. — Le deuxième type est fourni par les solutions colorées par le *vert malachite*. Les cristaux sont caractérisés par leur allongement suivant l'arête (010)(212). Ils sont aplatis suivant g^1(010), limités latéralement par e^1(011) et (212). Ils sont toujours très petits et atteignent à peine quelques millimètres, alors qu'en présence du bleu de méthylène ils dépassent 2^{cm}. En outre ils offrent de beaux exemples de la structure en sablier. Les secteurs colorés correspondent aux faces e^1(011) et les secteurs incolores à (212).

En présence du *vert de méthyle* et du *violet de méthyle*, les cristaux se rapportent au même type, mais ceux qui sont colorés avec le second de ces corps montrent souvent les faces ($\bar{2}$12) et (001).

Troisième type. — Avec le *bleu de diphénylamine*, les cristaux, toujours petits, sont associés en grand nombre à axe vertical parallèle, de telle sorte que leur groupement a l'aspect cristallitique. La face g^1(010) est très peu développée sur les cristaux élémentaires qui présentent les formes e^1(011) et (212), mais, par suite du groupement régulier d'un grand nombre d'individus, elle simule une face d'aplatissement.

Tous ces cristaux, colorés artificiellement, sont pléochroïques. L'absorption maximum se fait toujours suivant n_g, mais son intensité varie d'une matière colorante à une autre; elle est minimum dans les cristaux colorés par le vert malachite.

La quantité de matière étrangère passant dans le cristal est assez faible. J'ai en effet trouvé, pour les quantités maxima : violet de méthyle, $\frac{1}{200}$; bleu de méthylène, $\frac{1}{176}$; safranine, $\frac{1}{180}$; brun Bismark, $\frac{1}{220}$. Aussi n'influence-t-elle d'une manière sensible ni la densité, ni le point de fusion, non plus que la valeur des angles des cristaux.

En résumé, les cristaux d'acide phtalique peuvent absorber, pendant leur accroissement, une certaine quantité de matière étrangère qui exerce une influence sur leurs formes et sur leur grosseur. Les différentes faces n'ont pas la même faculté de se laisser pénétrer par ces substances, aussi les cristaux montrent-ils la structure dite *en sablier*, connue dans plusieurs minéraux et dont la signification est ainsi fixée.

Ces diverses conclusions s'appliquent à d'autres corps et permettent d'expliquer certaines particularités que présentent de nombreux minéraux rencontrés dans la Nature.

BOTANIQUE. — *Sur le mécanisme de chute de certains bourgeons terminaux.* Note de M. **A. Tison**, présentée par M. Guignard.

On sait que, chez un certain nombre de plantes, le bourgeon terminal des pousses tombe et est remplacé dans sa position terminale par le bourgeon axillaire de la feuille voisine.

La partie caduque est le plus souvent réduite au bourgeon terminal seul (*Ulmus campestris, Salix, Myrica Gale, Carpinus Betulus, Betula alba, Platanus occidentalis, Pirus Malus, Celtis occidentalis, Corylus Avellana,* etc.). Parfois, cependant, elle comprend en outre un ou plusieurs entre-nœuds plus ou moins courts, avec une ou plusieurs petites feuilles arrêtées dans leur développement (*Kœlreuteria paniculata, Ptelea trifoliata, Broussonetia papyrifera, Gymnocladus canadensis, Cladrastis tinctoria, Cercis siliquastrum* et *canadense, Morus alba, Robinia hispida* et *pseudo-Acacia,* etc.)

Les premiers signes de dépérissement des parties caduques sont la décoloration qui commence *avant le développement complet de la dernière feuille normale sous-jacente.* Cette décoloration progresse vers le sommet à partir d'une ligne de démarcation très nette, qui s'établit un peu au-dessus de la dernière feuille normale et qui correspond à la position d'une couche séparatrice de même nature et de même fonctionnement que la couche séparatrice automnale des feuilles ([1]).

En ce qui concerne la cause première du dépérissement des organes caducs, les méthodes anatomiques et histologiques ne m'ont fourni aucune indication, ni dans l'appareil conducteur, ni dans le contenu cellulaire.

L'époque de la chute des bourgeons terminaux est en rapport avec celle à laquelle les pousses cessent de se développer; aussi cette chute s'accomplit-elle plutôt sur les petites pousses latérales que sur les principales. C'est ordinairement *dès le mois de juin* qu'elle s'effectue, quelquefois même avant que la décoloration n'ait atteint le sommet du bourgeon.

Dans la majorité des cas, le fonctionnement de la couche séparatrice est lent, car il n'est pas, comme dans la chute automnale des feuilles, aidé par la traction due à la masse de l'organe caduc, ni surtout par l'action des alternances de gel et de dégel.

([1]) Voir A. Tison, *Recherches sur la chute des feuilles chez les dicotylédones* (*Mém. de la Soc. lin. de Normandie,* t. XX, 1900, p. 121).

Souvent le bourgeon, quoique détaché, est retenu quelque temps en place par les stipules de la dernière feuille (*Betula alba, Corylus Avellana, Platanus occidentalis,* etc.).

Ordinairement, quand la partie caduque comprend, outre le bourgeon terminal, quelques nœuds sous-jacents, sa chute est précédée de celle des petites feuilles qu'ils portent. Chez les plantes à feuilles composées (particulièrement *Robinia hispida* et *Sophora japonica*), quand, sur lesdites petites feuilles, les folioles sont bien développées, celles-ci tombent au préalable. Ces chutes partielles sont produites par autant de couches séparatrices normales; les unes et les autres se produisent *de la base au sommet* des parties considérées. On rencontre même, mais plus rarement, des ébauches de couches séparatrices dans la base des feuilles extérieures du bourgeon. En résumé, sur ces petites sommités caduques, l'ordre d'apparition des couches séparatrices dans les appendices est le même qu'à l'automne sur les pousses entières; mais il est à noter que ce phénomène se passe *en pleine période de végétation.*

La cicatrisation de la plaie occasionnée par la chute des sommités caduques rappelle en tous points celle des coussinets foliaires.

Chez la plupart des plantes à bourgeon terminal caduc, c'est, comme on le sait, le bourgeon axillaire devenu terminal qui se développe pour continuer la pousse de l'année précédente. Toutefois, chez certaines espèces, il arrive *très régulièrement* que, dès le début de la végétation suivante, ce bourgeon axillaire, ainsi qu'un ou plusieurs entre-nœuds sous-jacents, se dessèchent sans tomber et *sans qu'il se produise, même à leur base, aucune trace de couche séparatrice.* C'est alors le bourgeon axillaire situé immédiatement au-dessous de cette partie morte qui se développe latéralement (*Broussonetia papyrifera, Myrica gale, Morus alba, Sophora japonica, Kœlreuteria paniculata*, etc.). Chez d'autres espèces, les deux dispositions peuvent coexister sur la même plante (*Celtis occidentalis, Robinia hispida, Platanus occidentalis, Tilia grandifolia*, etc.).

Dans le premier cas, le plus habituel, les divers tissus du bourgeon axillaire, devenu terminal, se mettent peu à peu dans le prolongement de ceux de l'entre-nœud sous-jacent. Toutefois, son cambium ne peut, pendant quelque temps, s'étendre du côté opposé à la feuille axillante, la route lui étant barrée par le cylindre central, déjeté de ce côté, du bourgeon terminal tombé. Il ne le fera que plus tard *en traversant le bois et la moelle de ce cylindre central;* ce sera, quelquefois, avant l'hiver; mais, le plus souvent, au début de la végétation suivante quand le bourgeon axillaire se développera en pousse. L'extension du cambium à travers le bois du bourgeon tombé résulte du recloisonnement de tous les éléments vivants de

ce tissu et rappelle complètement la façon dont le cambium caulinaire coupe le bois des traces foliaires après la chute des feuilles (¹).

BOTANIQUE. — *Sur un nouveau genre de Champignons de l'Afrique orientale anglaise.* Note de MM. **P. Hariot** et **N. Patouillard**, présentée par M. Bornet.

Le Muséum a reçu de M. Maurice de Rothschild un certain nombre de Champignons recueillis au cours de son voyage d'exploration dans l'Afrique orientale anglaise. Un d'entre eux est particulièrement intéressant en raison des caractères spéciaux qu'il présente. C'est l'étude sommaire de ce Champignon qui fait l'objet de cette Note.

Il se présente sous l'aspect d'une masse sensiblement hémisphérique, creuse, qui, à l'état sec, mesure environ 17^{cm} de diamètre, sur une épaisseur de 2^{cm} à 3^{cm}. Sa surface est marquée de crêtes très saillantes (2^{cm} à 3^{cm}), dirigées d'une façon sensiblement régulière d'un pôle à l'autre et séparées par des sillons larges de 2^{cm} à 3^{cm}. En examinant ces crêtes de plus près, on remarque qu'elles délimitent de grandes alvéoles, très irrégulières, marquées elles-mêmes de sillons rayonnants séparés les uns des autres par des crêtes secondaires qui descendent toutes des crêtes primaires dans une direction perpendiculaire à ces dernières. Ces crêtes secondaires aboutissent plus ou moins près du fond des sillons sans jamais l'atteindre.

La coloration de toutes les parties saillantes (crêtes primaires et secondaires) est blanchâtre tandis que celle des parties profondes des sillons est noirâtre. La consistance générale du Champignon desséché est dure mais paraît avoir été franchement charnue sur le vivant. La couleur de la trame est semblable à celle des crêtes et sa texture est manifestement rayonnante.

Sur une coupe transversale, on remarque une série de bandes noires disposées en fer à cheval, larges de 2^{mm} à 3^{mm}, immergées dans la trame générale blanchâtre près de la face supérieure, mais séparées d'elle par une bande de stroma blanchâtre d'environ un demi-millimètre d'épaisseur. Ces bandes, qui correspondent à la portion noirâtre de la région déclive des sillons (tandis que les parties blanches qui les séparent correspondent aux crêtes) sont entièrement formées de périthèces charnus et noirs, fortement pressés les uns contre les autres, disposés sur trois ou quatre rangées. La forme de ces périthèces est celle d'une bouteille large d'environ un tiers de millimètre, surmontée d'un col grêle qui vient s'ouvrir à la surface par un ostiole à peine saillant. Ces ostioles sont réunis par une portion de tissu très mince qui donne la coloration noire du fond des alvéoles.

(¹) A. Tison, *Sur le mode d'accroissement de la tige en face des faisceaux foliaires, après la chute des feuilles* (*Mém. de la Soc. lin. de Normandie*, t. XXI, 1902, p. 7).

Le noyau des périthèces est noirâtre et composé d'asques à huit spores noires, séparées par des paraphyses. Les spores sont simples, ovoïdes, légèrement inéquilatérales, et munies à chaque extrémité d'un petit appendice arrondi, hyalin, gélatineux.

Par cet ensemble de caractères, ce Champignon s'éloigne de tous les genres de Sphériacées actuellement connus et constitue un type que nous sommes heureux de dédier à M. le professeur Mangin qui a mis très obligeamment les matériaux d'étude à notre disposition.

COLLETOMANGINIA. — *Novum genus Hypocreacearum. — Major, lignoso-carnosa, superficie cristato-alveolata; cristis sterilibus sporiferam partem in alveolis dispositam circumscribentibus; peritheciis immersis; ascis octosporis, paraphysatis; sporis continuis, atris.*

C. paradoxa *n. sp. — Convexa, subhemisphærica,* 17 *cent. lata, cristis albido-ligneis, alveolis amplis brunneo-atris; peritheciis* 3-4 *stichis, atris; ascis cylindricis, octosporis,* 190 μ + 20 μ, *filiformi-paraphysatis, obturaculo iodi ope cœrulescente prœditis; sporis monostichis, primitus hyalinis, dein fuligineis, demum atris, opacis, ovoideis, leviter inequilateralibus,* 18-24 μ + 12-15 μ, *appendiculo hyalino, subgelatinoso rotundato utraque fine donatis.*

Hab. in ditione anglica Africœ orientalis.

Par sa consistance charnue, le genre *Colletomanginia* appartient indiscutablement aux Hypocréacées de Saccardo et par ses spores noires il se rattache à la section Melanosporæ. Néanmoins, si nous faisons abstraction du caractère tiré de la consistance charnue, il est extrêmement voisin des Hypoxylées, ou Sphériacées phéosporées, par la forme inéquilatérale des spores qui rappelle celle de la plupart des *Hypoxylon* et des *Xylaria,* ainsi que par les appendices gélatineux de ces spores que l'on retrouve dans quelques *Xylaria,* dans les *Rosellinia* et surtout dans tout le groupe des Sordariées. Le bleuissement par l'iode d'un point situé près du sommet de l'asque est également du caractère de Sphériacées. Ajoutons que, dans ce dernier groupe, les espèces du genre *Penzigia* ont une consistance intermédiaire entre le tissu carbonacé des *Hypoxylon* et la trame charnue des Hypocréacées.

D'un autre côté, nous devons faire observer l'homologie très grande de constitution qui existe entre notre plante et le réceptacle des Ascomycètes du genre *Morchella.* On sait que, dans les Morilles, l'hyménium est localisé dans des alvéoles concaves délimitées par des crêtes d'ordre primaire ou secondaire stériles. C'est une disposition du même genre qui se retrouve dans le *Colletomanginia,* avec cette différence qu'au lieu d'un hyménium d'asques, nous avons ici un groupement de périthèces. Le genre *Colleto-*

manginia est donc une sorte d'*Hypoxylon* composé, au même titre que le réceptacle d'une Morille est une agrégation de Pézizes.

Ce sont ces particularités remarquables qui nous ont engagé à faire connaître ce nouveau genre de Pyrénomycètes.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les variations de l'acide phosphorique et de l'azote dans les sucs des feuilles de certains végétaux*. Note de M. **G. André.**

J'ai fait voir récemment (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 106) le parti que l'on pouvait tirer de l'analyse des sucs extraits des feuilles pour connaître la nature et les variations de quelques-unes des substances solubles qui se rencontrent dans ces organes à divers moments de leur évolution.

Je vais signaler quelques relations nouvelles concernant les variations de l'acide phosphorique du suc des feuilles de *pyrèthre* et de *pavot* précédemment étudiées. Dans le Tableau suivant, je reproduis en partie les chiffres que j'ai donnés dans ma dernière Note : ces chiffres, calculés au moyen de l'hypothèse que j'ai faite dans cette Note, se rapportent au liquide total contenu dans les feuilles. Je désigne ici par *azote amidé soluble* celui qui reste dissous lorsque le suc extrait de la plante a été débarrassé par l'acide acétique étendu et froid d'abord, puis ensuite par l'ébullition, de toutes les matières albuminoïdes précipitables dans ces conditions. La dernière colonne du Tableau représente l'acide phosphorique des phosphates précipitables directement du liquide par la mixture magnésienne : le précipité, une fois rassemblé, est recueilli, séché et calciné. On dose l'acide phosphorique dans les cendres ainsi obtenues.

		100 parties de matière sèche contiennent :		Suc des feuilles correspondant à 100 parties de matière sèche.	Contenu dans le suc des feuilles correspondant à 100 parties de matière sèche.			
		Azote total.	Phosphore total calculé en PO^4H^3.		Azote total organique.	Azote amidé soluble.	Phosphore total calculé en PO^4H^3.	Acide phosphorique des phosphates préexistants.
Feuilles de Pyrèthre.	I. 3 mai 1905	3,83	2,01	906 g	0,9415 g	0,6942 g	»	»
	II. 17 mai	3,37	1,81	887	0,8710	0,5854	1,1238	»
	III. 6 juin. Apparition de quelques tiges portant des boutons	3,05	1,47	766	0,4948	0,3967	0,8732	0,8457
	IV. 30 juin. Apparition des fleurs	2,53	1,46	667	0,4548	0,4054	0,9838	0,8556
Feuilles de Pavot.	I. 14 juin. Avant l'apparition des boutons floraux	3,93	2,61	931	1,4895	1,1635	1,8152	1,6571
	II. 28 juin. Formation des boutons floraux	3,82	2,48	716	1,3860	0,9851	1,8930	1,7984
	III. 10 juillet. Floraison	3,24	2,26	575	1,1465	1,0223	1,1315	1,0579

Le rapport entre l'acide phosphorique total contenu dans le suc des feuilles correspondant à 100 parties de matière sèche et l'acide phosphorique total de 100 parties de matière sèche est maximum ($\frac{67}{100}$) à la quatrième prise d'échantillon chez les feuilles de pyrèthre; ce rapport ne subit d'ailleurs, pendant toute la période de végétation que j'ai examinée, que des variations beaucoup plus faibles que celles qu'il éprouve dans le cas des feuilles de pavot. Dans ce dernier cas, le rapport en question est égal à $\frac{69}{100}$ lorsqu'il n'existe pas encore de boutons floraux; il s'élève à $\frac{76}{100}$ au moment de l'apparition de ceux-ci et tombe finalement à $\frac{50}{100}$ lorsque la floraison est complète. La différence qui existe entre ces derniers rapports et ceux que j'ai signalés dans ma précédente Note entre l'azote total du suc des feuilles correspondant à 100 parties de matière sèche et l'azote total de 100 parties de cette matière sèche, rapports à peu près constants ($\frac{36}{100}$), montre qu'il n'y a pas une relation absolue entre la migration de l'azote et celle de l'acide phosphorique. Celui-ci semble, dans le cas d'une plante annuelle, telle que le pavot, émigrer plus vite hors de la feuille que l'azote lui-même. C'est ce que l'on voit nettement quand on prend les rapports entre l'acide phosphorique total du suc et l'azote total de ce même suc, d'une part, entre l'acide phosphorique total du suc et l'azote amidé, d'autre part. Ces rapports sont égaux respectivement à $\frac{136}{100}$ et $\frac{192}{100}$ à la deuxième prise d'échantillon; ils s'abaissent à $\frac{98}{100}$ et $\frac{110}{100}$ à l'époque de la floraison complète du pavot.

L'acide phosphorique des phosphates préexistants dans le suc des feuilles du pavot représente d'ailleurs les $\frac{95}{100}$ environ de l'acide phosphorique total de ce suc aux deux dernières prises d'échantillon. Ce rapport est un peu moins élevé chez les feuilles de pyrèthre.

On peut donc admettre que, chez la plante annuelle, une partie de l'acide phosphorique quitte la feuille et se dirige vers l'ovule à l'état de phosphate minéral soluble, une autre partie se déplaçant de son côté à l'état de combinaison avec la matière azotée.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Les propriétés des colloïdes et l'interprétation dynamique de la division cellulaire.* Note de M. **Angel Gallardo**, présentée par M. Alfred Giard.

Le protoplasma comme toute solution colloïdale est formé de granules plus gros que les molécules (puisqu'ils diffusent la lumière) et portant une charge électrique ([1]).

Lillie a constaté expérimentalement que les cellules et noyaux libres se déplacent dans un champ électrique, les noyaux libres et les spermatozoïdes montrant une forte tendance à suivre le courant négatif, ce qui fait croire que les granules colloïdaux qui forment la chromatine nucléaire portent des charges négatives. Les cellules à cytoplasma volumineux (comme les cellules de Sertoli) marchent dans la direction contraire en montrant l'électrisation positive des particules colloïdales cytoplasmiques ([2]). Cette différence de charge entre la chromatine et le cytoplasma est d'accord avec leurs propriétés chimiques et l'action des colorants.

Nous pouvons donc admettre que les chromosomes du noyau portent une charge négative qui augmente par influence la charge positive du cytoplasma.

A la limite entre le noyau et le cytoplasma, il doit se former une membrane (la membrane nucléaire) par la coagulation qui se produit quand deux solutions de signe contraire se trouvent en présence. Or, comme le fait remarquer Lillie, l'acidité de la chromatine augmente à l'approche de la division, ce qui entraîne une plus grande différence de potentiel. La redissolution de la membrane est probablement en relation avec cette plus forte acidité, puisque à mesure que l'on ajoute un colloïde négatif à un colloïde positif, la précipitation est d'abord partielle, puis totale ou maxima et, si l'on continue à ajouter du colloïde, on voit le précipité se redissoudre et disparaître.

La disposition des chromosomes dans la plaque équatoriale est aisément interprétée par cette théorie, comme l'a fait Lillie ([3]).

([1]) J. Perrin, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 564.

([2]) R.-S. Lillie, *American Journ. of Physiol.*, t. VIII, 1903, p. 273-283.

([3]) R.-S. Lillie, *Biol. Bull.*, t. VIII, 1905, p. 193-204.

En admettant donc les charges électriques contraires des chromosomes et du cytoplasma polarisé aux centrosomes, nous avons une distribution des équipotentielles et des lignes de force qui coïncide avec la forme de l'amphiaster.

J'ai vérifié expérimentalement cette distribution au moyen de la figuration électrochimique des équipotentielles de Guébhard, en employant deux aiguilles à charge positive pour représenter les centrosomes et une lame à charge négative pour la plaque équatoriale chromatique (¹).

Pour comprendre la segmentation longitudinale des filaments chromatiques, il suffit d'appliquer la théorie des solutions colloïdales de J. Perrin.

Un germe colloïdal, d'abord extrêmement petit, ne portera presque jamais de charge et il grossira, favorisé par la tension superficielle et par la cohésion; puis, au delà d'une certaine taille, il portera en moyenne un électron et nulle cause encore ne l'empêchera de grandir; puis il portera deux électrons, qui se repousseront et qui distendront le granule formé.

Cette répulsion pourra être assez grande pour amener la segmentation du granule (²). Chaque chromosome étant formé d'une série de granulations chromatiques ou chromomères, nous pouvons faire pour chaque chromomère le raisonnement de Perrin et expliquer ainsi la segmentation longitudinale du chromosome.

Ces deux groupes de moitiés jumelles marchent vers les pôles de la cellule, suivant les lignes de force du champ, sous la double impulsion de leur répulsion mutuelle et de l'attraction des centrosomes.

A mesure qu'augmente la séparation des deux groupes chromatiques, le champ de force se modifie aux environs de l'équateur de la cellule. Les équipotentielles entre les deux groupes de charge électrique de même nom tendent à devenir des lemniscates et, quand les nouveaux noyaux se reforment, nous sommes arrivés au cas de la distribution des équipotentielles entre deux pôles ou deux sphères de même nom. Comme on sait, ces équipotentielles forment, pour les potentiels élevés, deux systèmes de courbes fermées autour de chaque pôle suivis pour les potentiels décroissants de lemniscates qui enveloppent les deux centres, puis par des courbes elliptiques de plus en plus grandes.

Lippmann a fait voir l'influence des différences de potentiel sur la ten-

---

(¹) *An. Mus. Nac. Buenos-Aires,* 3ᵉ série, t. V, p. 259-276.

(²) J. Perrin, *Comptes rendus,* t. CXXXVII, p. 565.

sion superficielle, et Lillie a tiré parti de ces études pour expliquer les changements de forme de la cellule en division ([1]).

La surface de la cellule prend approximativement, avant la division, la forme d'une équipotentielle ellipsoïdale. Bientôt, et par l'écartement des deux noyaux segmentés, il se produit à l'équateur de la cellule une chute de potentiel qui se traduit par la formation d'équipotentielles en forme de haltères ou lemniscates. Cette différence de potentiel doit déterminer un changement de tension superficielle. Si cette tension superficielle augmente, nous aurons à l'équateur de la cellule une zone de constriction qui produit le clivage de la cellule tout en moulant sa surface à peu près selon la forme des équipotentielles à potentiel successivement croissant.

J'ai étendu cette étude aux cas des monasters, triasters et polyasters et, quoique la force karyocinétique ne soit pas l'électricité ([2]), elle est sans doute une force centrale bipolaire dont les figures achromatiques cellulaires extériorisent les lignes de force au moyen de granulations orientées sous forme de chaînes de force, tandis que la surface de la cellule suit approximativement la forme des équipotentielles.

Cette interprétation engagera peut-être à faire des expériences sur les champs de force créés entre colloïdes de signe contraire, expériences qui seront utiles autant pour la cytologie que pour la connaissance des solutions colloïdales.

ZOOLOGIE. — *Sur le* Leposphilus labrei *Hesse et sur la famille des* Philichthydæ. Note de M. **A. Quidor**, présentée par M. Y. Delage.

Leposphilus labrei Hesse vit en parasite dans les écailles de la ligne latérale du crénilabre (*Labrus Donovani*). La femelle adulte fut découverte et décrite par Hesse ([3]) et le mâle par Carl Vogt ([4]).

Cette étude faite à Roscoff, au laboratoire Lacaze-Duthiers, a pour objet de rectifier la description du mâle et de contribuer à l'étude du développe-

---

([1]) R.-S. Lillie, *Biol. Bull.*, t. IV, 1903, p. 164-178.

([2]) Cette opinion me paraît plus prudente que celle que j'ai émise antérieurement (*An. Soc. Cient. Arg.*, t. XLIII, 1896, p. 19).

([3]) *Annales des Sciences naturelles*, 5e série, t. V, *Pl. IX*, 1866.

([4]) *Crustacés parasites des Poissons*, Genève, 1879.

ment de la femelle dont le nauplius seul était connu. Elle modifie sensiblement les caractères des *Philichthydæ* et montre les effets du parasitisme sur leur morphologie externe.

Dans la description qu'il en donne, Carl Vogt attribue au mâle un bouclier céphalique avec œil médian, deux anneaux thoraciques et huit anneaux abdominaux. Sur les côtés du second anneau abdominal seraient les orifices génitaux. Or, ceux-ci se trouvent en réalité sur la face ventrale du quatrième anneau abdominal, à la base d'une large éminence conique latérale terminée par une soie. Cet anneau génital est donc le premier segment abdominal et ceux qui le précèdent sont des segments thoraciques.

D'autre part, le mâle de *Philichthys Xiphiæ* Steenstrup, parasite des canaux muqueux de l'Espadon (*Xiphias gladius*), est presque identique à celui de *Leposphilus labrei*. Il possède, dit Bergsœ ([1]), un cephalothorax (*cephalon*), deux anneaux abdominaux (*les deux premiers segments thoraciques*) et une queue formée de huit anneaux (*abdomen* pour Vogt) dont le quatrième porte de chaque côté une soie très nette. Les orifices sexuels, placés par Bergsœ sur le premier segment *caudal*, ce que conteste d'ailleurs Vogt, sont certainement dans le voisinage de ces soies et le segment qui les porte devient, comme chez le *Leposphilus*, le premier segment abdominal.

Chez les Philichthydæ *donc, le corps des mâles comprendrait un céphalon, cinq segments thoraciques et cinq segments abdominaux.*

L'étude des formes larvaires femelles du *Leposphilus labrei* H. confirme cette interprétation. La plus petite qui put être étudiée mesurait $0^{mm},3$. Le cephalon portait deux petits yeux rouges latéraux qui, par leur fusion, forment l'œil impair de l'adulte. L'abdomen ne comprenait que deux segments dont le dernier, beaucoup plus grand, portait une furca bien développée.

Une forme larvaire, trouvée seule dans une légère tumeur, mesurait $0^{mm},8$ et avait l'aspect du mâle. Mais si les deux orifices sexuels se trouvaient à la partie inférieure du premier segment abdominal, ce dernier ne portait aucune trace des éminences coniques et des soies observées chez le mâle. De plus, chaque branche de la furca qui, chez ce dernier, présente une soie latérale et quatre soies distales, ne porte ici que trois soies terminales.

Aux orifices circulaires aboutissent deux longues poches plissées qui s'étendent, en s'amincissant, jusque dans la partie postérieure du troisième segment thoracique où se trouve une petite masse ovalaire analogue à celle que Vogt considère comme un

---

([1]) *Monographisk Fremstillet of Y. Bergsœ*. Kjöbenhavn, 1866.

ovaire chez la femelle adulte. A cette portion ascendante fait suite un canal qui s'ouvre également dans le premier segment abdominal, mais dans sa partie supérieure et latéralement, en un point où s'insèrent précisément les ovisacs [1] chez la femelle adulte. On est certainement en présence d'une jeune femelle. Aux orifices ventraux qui servent à la copulation aboutissent les réceptacles séminaux et aux orifices de ponte les oviductes.

En résumé les *Philichtydæ*, par leur céphalon, leurs cinq segments thoraciques, leurs cinq segments abdominaux, sont des copépodes typiques. La simplicité de leur organisation, la régularité de la segmentation observée chez les mâles connus, le faible dimorphisme sexuel entre le mâle et la jeune femelle, tout au moins chez *Leposphilus labrei* H., permettent de considérer cette famille comme très voisine des formes ancestrales des copépodes. Le parasitisme a déterminé la régression des appendices locomoteurs qui, réduits à trois paires chez les mâles, disparaissent complètement chez la femelle adulte de *Leposphilus labrei* H. et sont remplacés par un nombre variable d'appendices mous et inarticulés chez les femelles adultes des autres *Philichthydæ* dont la segmentation devient alors moins nette.

EMBRYOGÉNIE. — *Action de l'extrait de glande interstitielle du testicule sur le développement du squelette et des organes génitaux.* Note de MM. **P. Bouin** et **P. Ancel**, présentée par M. Alfred Giard.

La sécrétion interne du testicule prend uniquement sa source dans les éléments situés entre les tubes séminifères et dont l'ensemble constitue la glande interstitielle. Celle-ci possède seule l'action sur l'organisme reconnue jusqu'ici au testicule tout entier. Telle est la conclusion à laquelle nous ont amenés une série de recherches antérieures. Nous avons pu l'établir en démontrant que les sujets chez lesquels la glande interstitielle est normalement développée et chez lesquels la glande séminale est absente possèdent tous les caractères des entiers : tels sont par exemple certains cryptorchides ou des sujets ayant subi une sténose expérimentale ou pathologique des voies excrétrices du sperme.

Des injections prolongées d'extraits de glande interstitielle à des animaux

(1) Ces ovisacs sont temporaires et n'avaient pas été observés jusqu'ici.

castrés jeunes nous ont donné des résultats qui fournissent une preuve directe du bien fondé de cette manière de voir. Ces extraits ont été obtenus en épuisant par la glycérine et l'eau des testicules ectopiques de divers grands mammifères. Pour être sûrs d'obtenir un extrait de glande interstitielle pure, nous avons examiné chaque organe au microscope et nous avons utilisé seulement ceux qui ne possédaient pas de glande séminale et qui renfermaient une glande interstitielle bien développée.

Les animaux mis en expérience étaient des Cobayes mâles, âgés de 2 à 4 semaines, au nombre de 9. Ils ont été partagés en trois séries de trois animaux chacune. Les Cobayes de la première ont été castrés et gardés comme témoins; ceux de la seconde n'ont subi aucune opération et ont été également conservés comme témoins; ceux de la dernière ont été castrés et ont reçu tous les deux jours, en injections sous-cutanées, 1^{cm^3} d'extrait dilué au $\frac{1}{4}$ avec de l'eau bouillie. Ces injections ont été faites régulièrement pendant 9 mois.

Parmi les résultats que nous ont fournis ces injections, nous retiendrons seulement ceux qui concernent les organes sur lesquels la castration retentit d'une façon toute spéciale, c'est-à-dire les os et les organes génitaux. Ces résultats peuvent être condensés dans le Tableau suivant :

	Série 1. Cobayes normaux témoins.			Série 2. Cobayes castrés injectés.			Série 3. Cobayes castrés témoins.		
	Cob. 1.	Cob. 2.	Cob. 3.	Cob. 4.	Cob. 5.	Cob. 6.	Cob. 7.	Cob. 8.	Cob. 9.
Fémur (long.)	4,40 cm	4,40 cm	4,30 cm	4,30 cm	4,30 cm	4,45 cm	4,50 cm	4,45 cm	4,50 cm
Tibia (long.)	4,70	4,50	4,50	4,60	4,50	4,70	4,80	4,70	4,70
Os nasaux (long.)	1,9	2,00	1,90	2,10	2,00	2,10	2,25	2,20	2,30
Verge (1) (long.)	3,70	3,70	3,80	3,20	3,00	3,40	2,20	2,00	2,00
Verge (1) (poids	0,55 g	0,60 g	0,60 g	0,40 g	0,35 g	0,50 g	0,20 g	0,15 g	0,18 g
Vésicules séminales (long.)	5,5 cm	6,00 cm	6,00 cm	3,20 cm	2,50 cm	5,00 cm	1,40 cm	1,20 cm	1,30 cm

La lecture de ce Tableau montre tout d'abord que les fémurs et les tibias des animaux castrés sont *plus longs* que ceux des Cobayes normaux. Ce fait est bien connu et l'on sait que l'ablation des testicules chez les jeunes sujets détermine la persistance des cartilages de conjugaison et, par conséquent, l'augmentation de la longueur des os. Notre Tableau montre aussi que les os des castrés injectés sont *moins longs* que ceux des castrés témoins et se rapprochent sensiblement des os des normaux témoins. Les

(1) Mesurée de l'extrémité du gland à la symphyse pubienne.

mêmes observations sont à faire au sujet des os nasaux qui ont subi chez les castrés injectés un *allongement moins considérable* que chez les castrés témoins.

Les différences les plus sensibles se manifestent sur les organes génitaux, verge et vésicules séminales. Tandis que ces organes ont conservé chez les castrés témoins la longueur et le poids qu'ils possèdent chez les animaux très jeunes, ils se sont au contraire *développés* chez les sujets castrés et injectés; leurs dimensions se rapprochent des dimensions présentées par les mêmes organes chez les sujets normaux.

Ces résultats tendent à faire admettre les conclusions suivantes :

1° Les effets de la castration sur le squelette et les organes génitaux peuvent être atténués par des injections sous-cutanées d'extrait de glande interstitielle du testicule;

2° Cet extrait agit sur le Cobaye bien que provenant de testicules de grands mammifères.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur les proportions de chloroforme contenues dans l'organisme au cours de l'anesthésie chloroformique*. Note de M. **J. Tissot**, présentée par M. Chauveau.

J'ai étudié successivement les proportions de chloroforme contenues dans l'organisme au moment où survient l'anesthésie, au moment de la mort par le chloroforme, et pendant le cours régulier de l'anesthésie.

Valeur de la dose anesthésique. — Suivant Gréhant et Quinquaud la dose anesthésique de chloroforme serait de 50^{mg} environ pour 100^{cm^3} de sang. Mes déterminations m'ont montré les faits suivants :

1° Chez les animaux rapidement anesthésiés, la valeur de la proportion de chloroforme contenue dans le sang artériel au début de l'anesthésie est toujours assez considérable et peut même notablement dépasser la proportion de 50^{mg} pour 100^{cm^3} de sang. Elle est d'autant plus considérable que l'anesthésie se produit avec plus de rapidité. Elle peut atteindre 70^{mg} à 80^{mg}, c'est-à-dire une valeur notablement supérieure à la dose qui, plus tard, sera suffisante à déterminer la mort.

2° Plus l'anesthésie est obtenue lentement, plus la dose nécessaire à la produire est faible dans le sang artériel. La proportion de chloroforme s'abaisse à 34^{mg} et 35^{mg} pour 100^{cm^3} de sang chez les animaux très lente-

ment anesthésiés, alors qu'elle s'élève à 43^{mg} et 45^{mg}, dans le cas d'anesthésie de rapidité moyenne.

Valeur de la dose mortelle. — D'après Gréhant et Quinquaud, cette dose serait très voisine de la dose anesthésique.

En recherchant la valeur de la dose mortelle de chloroforme dans le sang artériel, j'ai été amené à constater que la proportion de chloroforme diminue progressivement dans le sang artériel depuis le début de la syncope mortelle jusqu'à l'arrêt du cœur et que la valeur de cette diminution dépend de la durée de survie du cœur. Voici un exemple des résultats obtenus en prélevant le sang au début et à la fin de la syncope mortelle :

			mg
Sang artériel immédiatement au début de la syncope mortelle...			67,2
Sang veineux	»	» ...	43,5
Sang du cœur gauche à l'arrêt du cœur........................			60,9

Ce fait est absolument constant. On peut en tirer les conclusions suivantes :

1° La proportion de chloroforme contenue dans le sang du cœur gauche au moment de l'arrêt du cœur ne représente pas la proportion qui a déterminé les accidents mortels; elle est plus faible que cette proportion.

2° Si l'on veut connaître exactement la proportion de chloroforme qui détermine la mort, il faut prélever le sang immédiatement au début de la syncope mortelle.

Des recherches très nombreuses sur la proportion de chloroforme contenue dans le sang artériel au début de la syncope mortelle m'ont permis d'observer les faits suivants :

1° La proportion de chloroforme dans le sang artériel au début de la syncope mortelle est excessivement variable. Elle est d'autant plus considérable que la mort par le chloroforme est plus rapide; dans le cas de mort rapide au début de l'anesthésie ou pendant la période d'excitation, elle est toujours supérieure à 70^{mg} pour 100^{cm^3} de sang. Lorsque, au contraire, on tue très lentement les animaux par une dose croissante de chloroforme, on trouve que la proportion oscille le plus souvent entre 55^{mg} et 70^{mg}.

2° Il y a un écart considérable entre la dose juste suffisante à provoquer l'anesthésie et à la maintenir et la dose minima qui peut provoquer la mort;

3° On peut trouver dans le sang artériel une dose de chloroforme très supérieure à la dose mortelle sans que la mort survienne immédiatement. Cette dose ne deviendra mortelle que lorsque la proportion de chloroforme aura atteint dans le cerveau une valeur équivalente à la dose qui pour lui est mortelle.

Ce dernier fait montre que la proportion de chloroforme dans le sang

artériel ne suffit pas à renseigner à elle seule sur les causes de la mort, ou sur la valeur exacte de la dose mortelle. Ce n'est donc pas dans le sang qu'il faut chercher la dose mortelle, c'est dans le cerveau. Le Tableau suivant renseigne sur les proportions de chloroforme respectivement contenues dans le cerveau, le sang veineux et le sang artériel, pour 100^{cm^3} de sang ou 100^g de cerveau.

	Expériences				
	I.	II.	III.	IV.	V.
	mg	mg	mg	mg	mg
Cerveau après arrêt du cœur	48,03	67,7	64,8	57,1	48,6
Sang artériel au début de la syncope mortelle	56,05	105,2	77,1	60	60,3
Sang veineux »	51,7	57,3	47,5	46,5	»
Sang du cœur gauche après l'arrêt du cœur	»	76	47,7	53,4	42,7

Mes déterminations m'ont permis de tirer les conclusions suivantes :

1° Pendant l'anesthésie, la proportion de chloroforme dans le cerveau tend à se mettre en équilibre avec la proportion que contient le sang artériel;

2° Le cerveau contient au moment de l'arrêt du cœur une proportion de chloroforme inférieure à celle que contenait le sang artériel au début de la syncope mortelle;

3° Après l'arrêt du cœur, le cerveau contient souvent plus de chloroforme que le sang du cœur gauche; il en contient toujours autant ou plus que le sang veineux en contenait au début de la syncope mortelle.

J'ai, en outre, constaté ce fait important que le cerveau fixe une proportion de chloroforme beaucoup plus grande que les autres tissus. Voici un exemple de ce fait :

	Sang artériel.	Cerveau.	Foie.	Muscle.	Tissu graisseux.
Chloroforme pour 100^g	$50^{mg},7$ (1)	$48^{mg},7$	$25^{mg},8$	$27^{mg},6$	$20^{mg},6$

Variations de la dose de chloroforme pendant le sommeil anesthésique. — Les nombreuses déterminations faites pendant le sommeil anesthésique m'ont amené aux constatations suivantes :

1° La proportion de chloroforme contenue dans le sang artériel s'accroît immédiatement dès qu'il se produit une augmentation de la ventilation pulmonaire, pendant l'anesthésie avec les mélanges titrés de chloroforme et d'air, ou par d'autres procédés;

(1) Sang prélevé au moment exact de la syncope cardiaque.

2° Pendant l'anesthésie, à quelque moment que ce soit, il y a toujours plus de chloroforme dans le sang artériel que dans le sang veineux;

3° Pendant une syncope respiratoire, le chloroforme diminue assez notablement dans le sang artériel;

4° Il n'existe aucun rapport direct entre les proportions de chloroforme du sang artériel et l'effet qu'elles produisent; cet effet dépend de la durée du contact, de la proportion de chloroforme dans le cerveau et de la vitesse de la circulation du sang.

PHYSIOLOGIE. — *Action du sulfate d'hordénine sur la circulation.* Note de M. L. CAMUS, présentée par M. Guignard.

Dans une précédente Note (¹), j'ai résumé mes recherches sur la toxicité de l'hordénine pour différentes espèces animales; j'ai aussi étudié l'action de cette substance sur le sang (²) et j'ai montré d'une part qu'elle n'est pas hémolytique et d'autre part qu'elle peut retarder la coagulation du plasma et du sang total.

Je désirerais maintenant faire connaître le résultat de mes recherches relatives à l'action de cet alcaloïde sur la circulation.

Les expériences ont été faites sur le chien et sur le lapin. J'ai employé le plus souvent le chloralose comme anesthésique et, d'une façon exceptionnelle, le chloroforme. Le sulfate d'hordénine a été administré presque toujours par injection intraveineuse, soit dans la veine saphène, soit dans la veine marginale de l'oreille; dans quelques expériences seulement, j'ai suivi et enregistré l'effet de l'ingestion. Les solutions d'hordénine ont été faites avec l'eau distillée. Les modifications circulatoires ont été enregistrées au moyen du manomètre inscripteur de François-Franck et, sur les tracés, j'ai fait le relevé de la hauteur de la pression, du nombre des pulsations, de leur amplitude et du nombre des respirations. Ne pouvant rapporter ici le protocole des expériences ni donner la reproduction des graphiques, je résumerai simplement les résultats. Le phénomène qui se produit toujours après l'introduction dans le torrent circulatoire de quelques centigrammes de sulfate d'hordénine consiste dans une élévation importante de la pression sanguine, accompagnée de modifications du rythme et de l'amplitude des pulsations; il est fréquent de voir, par exemple, la pression de l'artère fémorale passer de 12^{cm} à 26^{cm} de mercure en l'espace d'une minute. Ce sont en général

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLII, 8 janvier 1906, p. 110-113.

(²) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. LX, 20 janvier 1906.

les doses de 0g,01 à 0g,10 par kilogramme, qui donnent ces fortes élévations de la pression. Des doses plus faibles, voisines de 0g,001 par kilogramme, modifient beaucoup moins la pression, mais elles donnent naissance à des changements importants dans le nombre et l'amplitude des pulsations.

Quand on injecte une forte dose, il se produit en général une forte accélération cardiaque avec une diminution de l'amplitude des pulsations; après l'injection d'une faible dose, c'est l'inverse que l'on constate, le cœur se ralentit et les pulsations augmentent beaucoup d'amplitude.

J'ai cherché à élucider le mécanisme de cette action et j'ai reconnu qu'il est surtout d'origine nerveuse.

Si, ayant injecté une faible dose d'hordénine et ayant obtenu, en même temps qu'une légère élévation de la pression, un ralentissement cardiaque et une augmentation d'amplitude des pulsations, on vient à sectionner les deux nerfs pneumogastriques, on voit la pression s'élever davantage, l'amplitude des pulsations diminuer et leur rythme devenir plus fréquent. L'intégrité des pneumogastriques n'est cependant pas indispensable à la production de ce ralentissement du cœur. Si, à un animal qui a les nerfs pneumogastriques sectionnés depuis un certain temps, on fait une injection d'hordénine, on obtient encore le ralentissement cardiaque et l'augmentation d'amplitude des pulsations.

J'ai étudié encore les modifications d'excitabilité des nerfs cardiaques et vasculaires après une injection de sulfate d'hordénine. J'ai vu que le pneumogastrique a son excitabilité diminuée et même supprimée par certaines doses d'hordénine; l'effet n'est jamais très persistant et, après un certain temps de repos, on voit l'excitabilité reparaître. Non seulement le bout périphérique du nerf peut perdre son action sur le cœur, mais le bout central, et en particulier le dépresseur, peut aussi être influencé par l'hordénine.

Ce très court résumé permet de se faire une idée du mode d'action de l'hordénine et de comprendre les différentes réactions observées suivant la quantité de substance injectée. A la suite d'une injection d'une faible dose d'hordénine, soit 0g,001 par kilogramme, il se produit une excitation bulbaire qui se traduit par des troubles respiratoires antérieurement signalés et par des troubles cardio-vasculaires où le système nerveux a un rôle important. Le ralentissement cardiaque et l'augmentation d'amplitude des pulsations sont commandés par le bulbe et par le système pneumogastrique. La pression sanguine s'élève peu en raison même des modifications cardiaques que nous venons de signaler, ce qui permet de considérer celles-ci comme des réactions compensatrices.

L'injection de doses fortes, 0g,01 et surtout 0g,10 par kilogramme, supprime au contraire l'excitabilité nerveuse et, par suite, le mécanisme compensateur; aussi, dans ces conditions, le cœur s'accélère, les pulsations diminuent d'amplitude et la pression s'élève beaucoup.

Voilà donc expliqués les résultats différents, presque inverses, obtenus avec des doses faibles et fortes de sulfate d'hordénine. C'est un nouvel exemple de cette loi très générale et très connue en Physiologie : « Une

substance qui provoque à dose faible une excitation amène de la paralysie à dose forte. » Avec une faible dose, le système pneumogastrique est excité, le ralentissement du cœur, l'augmentation d'amplitude des pulsations se produisent; avec une forte dose, le système pneumogastrique est supprimé, le cœur s'accélère, les pulsations diminuent d'amplitude.

J'ajouterai encore que la durée de l'action de l'hordénine est assez passagère et variable avec la dose injectée; dans quelques cas, j'ai aussi observé que son effet sur la pression se trouvait très atténué quand l'animal avait reçu plusieurs injections assez rapprochées de doses fortes.

Enfin, relativement à l'effet de l'ingestion de doses de $0^g,01$ et de $0^g,11$ par kilogramme de sulfate d'hordénine données sous forme de pilules kératinisées, je dois dire que je n'ai observé du côté de la pression sanguine que des modifications insignifiantes, bien que les expériences aient eu une durée de 7 à 8 heures. L'introduction dans l'estomac d'une solution aqueuse renfermant 1^g de sulfate d'hordénine par kilogramme, détermine pendant les heures qui suivent une élévation de la pression sanguine avec accélération du cœur.

GÉOLOGIE. — *Reconstitution d'un ancien lac oligocène sur le versant nord du Massif du Mont-Dore (lac d'Olby).* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Albert Gaudry.

Si l'on jette un coup d'œil sur une carte du massif du Mont-Dore, on ne peut manquer d'être frappé de ce fait que les huit cours d'eau qui descendent des hauteurs du versant nord de ce massif depuis la Banne-d'Ordanche, la Roche-Tuilière, jusqu'au Puy-de-l'Aiguille, ont d'abord tous une direction générale N.-S. Mais, à la hauteur de Saint-Pierre-Roche, ces cours d'eau convergent dans une région basse, entre Olby et la gare de la Miouse, pour se réunir finalement dans la Sioule, près de cette dernière localité.

Ce *phénomène de convergence* de huit rivières, auxquelles il faut ajouter le cours d'eau issu de la chaîne des Puys et passant par Ceyssat, n'est pas accidentel; il est dû à des causes d'ordre géologique et il est nécessaire de remonter à une époque relativement ancienne pour bien le comprendre.

A l'époque oligocène, à la suite des mouvements du sol qui amenèrent la formation des bassins tertiaires du Massif Central, il s'établit une dépres-

sion, qui se transforma bientôt en un lac, au nord du socle cristallin sur lequel devait plus tard s'édifier le massif volcanique du Mont-Dore.

Les cours d'eau, qui descendaient des hauteurs dominant cette cuvette, la comblèrent peu à peu, probablement à l'époque stampienne. Elle n'en resta pas moins, après cette époque, une région basse, dont la surface asséchée fut sillonnée plus tard par des cours d'eau miocènes et pliocènes, puis par les coulées volcaniques issues des deux centres éruptifs de la Banne-d'Ordanche et du Puy-de-l'Aiguille.

J'ai pu reconstituer l'histoire et l'étendue de ce lac oligocène et, depuis le Miocène jusqu'à nos jours, suivre l'évolution du réseau hydrographique qui l'a parcouru.

Ce lac, que je propose d'appeler *lac d'Olby*, du nom de la localité où il était le plus profond (plus de 100^{m} de profondeur) avait comme dimensions : 15^{km} de long et 10^{km} de large. Les rives peuvent être jalonnées par les localités suivantes : Ceyssat, Nébouzat, Aurières, Vernines, Orcival, Rochefort, Massages, la Miouse et Mazayes. Un cap s'étendait en face de Saint-Martin-de-Tours et lui donnait une forme trilobée. La vallée du Sioulot ne présente pas, en effet, d'oligocène jusqu'à Saint-Martin, tandis que cette formation s'étend, tout le long de la vallée de la Sioule, jusqu'au pied du volcan de Servières.

L'existence de rares dépôts oligocènes dominant la vallée de la Miouse, vers Bourgeade et Haut-Angle, permet de penser qu'ils se sont déposés dans un prolongement peu profond du lac d'Olby.

La superficie du lac dépassait celle de Paris. Au centre de la dépression, les dépôts oligocènes atteignent près de 100^{m} d'épaisseur, tandis qu'ils se terminent en biseau sur les bords.

Les sédiments oligocènes sont constitués : à la base, par des sédiments grossiers (poudingues, grès, sables) chargés de bauxite, et, à la partie supérieure, par des argiles sableuses, parfois ferrugineuses, présentant de rares intercalations de lits calcaires. Cette constitution rappelle celle des dépôts du même âge du Livradois et d'une partie de la Limagne.

L'altitude actuelle des dépôts du lac d'Olby varie entre 700^{m} et 900^{m}, mais, en quelques points, elle s'élève jusqu'à 1050^{m}, probablement par failles.

Le lac d'Olby, qui ne semble pas avoir communiqué avec le grand lac de la Limagne, dont il n'était séparé cependant que par 10^{km} (Prades), avait son déversoir dans la direction Pierre-Chastel. C'est par là qu'il acheva de se vider à la fin de l'oligo-

cène et ce fut d'abord le chemin suivi par la Sioule *miocène* et *pliocène inférieur,* ainsi que l'indiquent les alluvions de Couhèr, signalés par M. Michel Lévy. Au pliocène moyen, deux vallées se creusèrent à l'est et à l'ouest de cette dernière : 1° suivant Saint-Bonnet, Polagnat-Mazayes (vallée de la Sioule); 2° suivant Moncheret, Saint-Pierre-Roche, Le Bouchet, Pierre-Chastel (vallée du Sioulot). Ces anciennes vallées, dont le thalweg est parfois bien conservé, furent comblées, à leur tour, au *pliocène moyen,* par des coulées volcaniques de 25^{km} de long. Ces coulées rejetèrent ainsi les anciens cours d'eau Sioule et Sioulot plus à l'Est et plus à l'Ouest et les obligèrent à creuser leur nouveau lit dans la direction Olby-Pierre-Chastel et Massages-Pierre Chastel.

Au pléistocène, la Sioule ne peut plus passer par Mazayes, car la vallée pliocène est barrée par le front de la coulée du Puy-de-Côme. Elle est donc rejetée vers l'Ouest et elle se fraye un chemin à travers plus de 80^{m} de sédiments oligocènes et se réunit au Sioulot près de Monteillet.

En résumé, l'histoire du lac d'Olby et du réseau hydrographique de la Sioule constitue un chapitre intéressant de la Géologie. Elle montre une fois de plus la liaison étroite de cette science et de la Géographie physique.

GÉOLOGIE. — *Nouvelles observations sur la géologie du Sahara.* Note de M. **René Chudeau**, présentée par M. Alfred Giard (1).

De Tamanghanat à In Azaoua, le capitaine Dinaux et moi avons suivi un itinéraire entièrement nouveau. D'In Azaoua à Iferouana nous sommes restés au voisinage de celui de Foureau.

Le sud du Hoggar est constitué par une pénéplaine archéenne et silurienne sur laquelle se greffent des accidents volcaniques importants qui forment les seuls reliefs notables de la région : l'Aguellelal est un plateau archéen (250^{m} au-dessus des vallées voisines) protégé par un manteau de laves, épais d'une centaine de mètres. L'Adrar Arrigan est une crête (+450^{m}) due à un filon porphyrique d'orientation NNE. Jusqu'à l'Oued Iganghar (celui du Sud) des plateaux et des crêtes analogues (filons de quartz ou de porphyre), de relief moindre mais d'orientation identique, sont fréquents. On trouve toujours au voisinage des filons verticaux des coulées fort nettes, de sorte que l'expression de pénéplaine ne convient pas tout à fait à cette région.

(1) Extrait d'une lettre datée d'Iferouana, 29 septembre 1905.

A partir de l'Ighanghar, filons et coulées deviennent plus rares et cette concordance dans la distribution géographique est une des raisons qui me fait attribuer aux uns comme aux autres une origine volcanique relativement récente.

Le Tassili Tan Tadjerira est formé de grès bien semblable à ceux de Timissao (dévonien?). Ce plateau est limité au Nord par une falaise d'une soixantaine de mètres, puis il s'abaisse progressivement, la formation gréseuse ne cessant qu'au delà d'In Azaoua où aucun relief sensible ne le sépare du silurien. Les Touaregs réservent le nom de Tassili à la partie nord de ce plateau qui, sur une longueur de 25^{km} environ, est accidenté et peu favorable à la marche. Le plateau, couvert de dalles gréseuses, qui vient ensuite et qui pour les Arabes serait certainement un *Hamada* avec quelques bandes de *Reg*, est pour eux un *Tiniri*, c'est-à-dire une région plate où la marche est facile; c'est de plus un *Tanezrouft* puisque les caravanes qui le traversent ne trouvent, pendant quatre jours, ni eau ni pâturage. La partie la plus basse de ce plateau semble correspondre à In Azaoua : ce point d'eau célèbre serait ainsi alimenté par la nappe aquifère de ces grès perméables (il pleut sur le Tassili où l'eau n'est pas rare) et par l'Oued Tafassasset. Il semble que des puits creusés dans ces grès donneraient un résultat, mais la chose est impossible aux Touaregs qui ne disposent que d'un outillage rudimentaire. Le Tanezrouft n'Ahnet constitué par des terrains imperméables paraît au contraire impossible à améliorer.

Quant à l'âge de ces grès je les considère provisoirement comme dévoniens, bien que les bancs supérieurs aient un aspect très jeune et rappellent presque exactement les grès de la Chambre d'Amour à Biarritz. Peut-être la vue des grès à bois silicifié (comme dans le crétacé du Touat) que Foureau signale entre Agadès et Zinder me fera-t-elle changer d'avis.

Au sud de ce dévonien et jusqu'à Iferouana nous avons recoupé une série de bandes archéennes et siluriennes qui forment une pénéplaine semblable à celle que je signale au sud du Hoggan. L'analogie se poursuit jusque dans les manifestations volcaniques qui m'apparaissent au nord de l'Aïr. A 15^{km} au nord-ouest d'Iferouana, l'Oued Kadamellt traverse une belle coulée qui semble venir de l'Adnar Adesnou. L'Adesnou et l'Ohrsana, lui aussi en relation avec des coulées, me semblent être, comme l'Arrigan, des crêtes formées par des filons verticaux contemporains des éruptions tertiaires.

La ligne de hauteurs à l'est d'Iferouana, dernier contrefort du Timgué, a

certainement la même structure, bien visible sur le mamelon qui la termine au Nord. D'après sa silhouette, le Timgué est bien probablement lui aussi un massif archéen (ou silurien) consolidé par des éruptions plus récentes.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la formation du réseau des Nummulites réticulées.* Note de M. **Jean Boussac**, présentée par M. A. de Lapparent.

J'ai pu suivre l'évolution ontogénique d'un certain nombre de nummulites réticulées et voir comment se formait le réseau dans *Nummulites Fabianii* Prever, *N. intermedius* d'Arch., *N. Lœvigatus* Lamk., *N. Brongniarti* d'Arch. et H.

1° *N. Fabianii* Prev. — Les formes A et les jeunes formes B ont, jusqu'à une taille de 4mm et 5mm, des filets rayonnants, grossièrement rectilignes, ni bifurqués, ni réticulés; leur trajet est tremblé et indécis et ne ressemble pas du tout à celui des filets des radiées. Il existe en outre un second système intersquelettique, constitué par une série de piliers partant du cordon spiral de chaque tour et s'élevant perpendiculairement à la surface, réunis entre eux par une lame calcaire continue; l'ensemble est donc disposé en spirale et, vu de face, constitue une ligne blanche spirale, qui part du centre, présente des renflements correspondant aux piliers et décrit un nombre de tours égal au nombre de tours de la nummulite. J'appellerai cette formation *lame transverse,* en raison de ce qu'elle est perpendiculaire à la fois à la lame spirale et à la direction des filets. En effet les filets, rayonnants, coupent à angle droit cette lame transverse, déterminant ainsi des mailles rectangulaires. Nous avons alors un stade jeune, où le réseau est constitué par deux sortes de formations intersquelettiques, les filets et la lame transverse; c'est le *stade à réseau mixte.*

Chez les individus plus âgés, on voit les filets prendre une allure de plus en plus irrégulière, émettant à droite et à gauche des ramifications qui vont rejoindre, ou bien la lame transverse, ou bien un autre filet; il en résulte un autre réseau, qui se superpose au premier et le rend de moins en moins visible. Le processus s'accentuant, la lame transverse finit par disparaître, et chez les formes tout à fait adultes, on ne voit plus que les filets, qui sont plus ou moins disposés en tourbillon; ils forment un réseau à mailles allongées, contournées, irrégulières. Nous avons donc un stade adulte, où les filets seuls contribuent à la formation du réseau : c'est le *stade à réseau pur.*

2° *Num. intermedius* d'Arch. — L'évolution du réseau de cette espèce est identique à ce qui a été décrit pour *N. Fabiani* Prev. Le stade à réseau mixte avait déjà été décrit par La Harpe pour *N. Fichteli* Mich., mais cet auteur avait cru à un caractère spécifique et n'avait pas reconnu qu'il avait affaire à un stade du réseau de *N. intermedius.* La seule différence avec *N. Fabiani* consiste en ce que la lame transverse ne possède pas de piliers. L'adulte possède également un réseau pur, mais les mailles sont arrondies

ou polygonales, jamais allongées et contournées comme dans *N. Fabiani*. Enfin il n'y a pas de granules.

3° *Num. lævigatus* Lk. — Chez les plus jeunes échantillons que j'ai pu observer, les filets partent en rayonnant d'un gros pilier central; ils sont épais et présentent sur leur trajet de nombreux granules; les filets qui courent côte à côte sont unis entre eux par de nombreux et fins trabécules transverses, qui représentent sans doute les fines indentations perpendiculaires aux cloisons découvertes par M. H. Douvillé dans cette espèce. Puis, chez les individus plus âgés, les filets prennent un trajet contourné, irrégulier, se ramifient et leurs ramifications forment un réseau; mais, arrivés à une certaine distance de la périphérie, les filets vont directement rejoindre le bord de la coquille sans s'anastomoser et présentant toujours leurs indentations transversales; celles-ci ne prennent donc pas part à la constitution du réseau, qui est constitué seulement par les ramifications des filets. A ce stade, le réseau normal de *N. lævigatus* Lk. est constitué, et l'animal n'a plus qu'à grandir.

4° *N. Brongniarti* d'Arch. et H. — Dans cette espèce, le réseau se constitue à peu près comme dans *N. lævigatus* Lk.; les filets, simplement rayonnants au début, prennent un trajet contourné, se ramifient et leurs ramifications constituent un réseau très irrégulier, qui s'étend jusqu'au bord de la coquille; les filets sont très fins, à peine visibles chez l'adulte, mais présentent de nombreux et forts épaississements correspondant aux piliers.

En résumé, il existe deux modes fondamentalement différents de formation du réseau; dans l'un, le réseau adulte se constitue par l'intermédiaire d'un stade caractérisé par le développement d'une lame transverse; dans l'autre, cette lame transverse n'existe pas et le réseau se constitue directement par les ramifications des filets.

Il semble donc qu'on puisse distinguer, dans les nummulites réticulées, deux phylums, l'un contenant *Num. Fabiani* Prev. et *N. intermedius* d'Arch.; l'autre, contenant *N. lævigatus* Lk. et *N. Brongniarti* d'Arch. et H. *N. Fabiani*, des couches de Priabona, aurait donné naissance, en perdant ses granules et en modifiant légèrement son réseau, à *N. intermedius* d'Arch. des couches de Cassinella et de Biarritz, tandis qu'on pourrait considérer *N. lævigatus* Lk. du Lutétien intérieur comme l'ancêtre de *N. Brongniarti* d'Arch. et H., qui en diffère par sa taille plus grande et son réseau plus complet.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur la circulation océanique.* Note de MM. THOULET et CHEVALLIER.

Des échantillons d'eaux de mer ayant été recueillis en série verticale depuis la surface jusqu'au fond en trois localités, A, B et C médiocrement éloignées les unes des autres, l'analyse chimique, et plus particulièrement la connaissance de la densité absolue S_4^0 de chacun des échantillons et de sa densité *in situ* nS_4^θ, c'est-à-dire du poids de l'unité de volume d'eau à la température qu'il possédait et avec la compression qu'il éprouvait à la place même qu'il occupait au sein de l'Océan au moment de sa récolte, permet de se rendre compte de l'économie de la circulation océanique à n'importe quelle hauteur de la colonne d'eau de forme prismatique triangulaire comprise entre les trois verticales de A, de B et de C.

La méthode (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 22 février 1904, p. 527-529) s'appuie sur les considérations suivantes :

Par tout point des arêtes du prisme triangulaire on peut imaginer une section triangulaire géométriquement parallèle à la surface des eaux, c'est-à-dire horizontale et par conséquent d'équilibre géométrique mais non d'équilibre mécanique puisque les trois sommets du triangle n'ont, en cas de courant, pas la même densité *in situ* nS_4^θ. Les molécules aqueuses occupant la surface de ce triangle y sont animées, en vertu du principe des vases communiquants, d'un mouvement dans le sens du plus faible nS_4^θ vers le plus fort nS_4^θ. Or, par le sommet du plus fort nS_4^θ de ce triangle, il est toujours possible aussi de considérer une seconde section triangulaire du prisme passant par trois points des arêtes ayant au contraire même valeur absolue de nS_4^θ. Ce triangle sera géométriquement incliné mais mécaniquement d'équilibre ou de niveau par ce motif que la valeur de nS_4^θ sera identique pour les trois sommets bien que pour chacun d'eux le n (correction de compressibilité à la profondeur de n mètres) et le θ (température *in situ*) soient différents. Ce triangle, quoique penché, est le plan de niveau mécanique vers lequel tend la nappe d'eau courante figurée par le plan du premier triangle. L'inclinaison mutuelle des deux triangles donne la pente, c'est-à-dire l'inclinaison du courant.

Or le triangle géométriquement incliné, mécaniquement de niveau, est toujours placé plus bas dans le prisme que le triangle géométriquement de niveau, mais mécaniquement incliné, qui correspond au mouvement des molécules d'eau; ces deux triangles se touchant d'ailleurs par un sommet commun, celui de plus fort nS_4^θ.

En effet, dans la valeur prise en bloc nS_4^θ des sommets du second triangle, le coefficient relatif à la compressibilité n augmente beaucoup plus rapidement, lorsque la profondeur augmente, que le S_4^θ, car la température décroît généralement très lente-

ment avec la profondeur. Les nS_4^0 sur une même arête du prisme augmenteront avec la profondeur. Pour trouver sur les deux arêtes autres que celle portant le plus fort nS_4^0 des valeurs égales à ce nS_4^0, il faudra nécessairement descendre *au-dessous* des sommets du triangle horizontal.

Il en résulte que le courant se dirigeant du côté du plus fort nS_4^0 en sortant du prisme cherche le plan de son équilibre, lequel, en dehors du prisme, *remonte* vers la surface dans le sens de ce point de plus fort nS_4^0. Il *remonte* donc, lui aussi, vers la surface. En d'autres termes, le lit liquide d'un courant marin se rapproche de plus en plus de la surface. Le fait, constaté directement sur le Gulf-Stream, est donc général. Les courants marins coulent à contre-pente géométrique sur un lit liquide montant, contrairement aux courants d'eau continentaux (ruisseaux, rivières et fleuves) qui tous coulent suivant la pente géométrique, c'est-à-dire sur un lit descendant.

Il est évident que, lorsque deux courants marins de surface se rencontrent obliquement, l'un d'eux doit passer par-dessous l'autre et, par conséquent, descendre. A importance égale, celui dont l'eau possède le plus faible S_4^0, continue sa route après avoir été plus ou moins troublé dans sa marche tandis que celui de plus fort S_4^0, d'eau plus lourde, est forcé de plonger. Il en est ainsi sur l'emplacement des bancs de Terre-Neuve où le Gulf-Stream, transformé en courant de dérive, poursuit sa route vers l'Europe après sa rencontre avec le courant polaire froid.

On pourrait, pour faire saisir le paradoxe apparent d'un liquide coulant à contre-pente, comparer un courant marin à un système de deux vases situés l'un au-dessus de l'autre et dont le liquide se déverserait du supérieur dans l'inférieur, conformément aux lois de la pesanteur, le système étant placé sur une planchette qu'on élèverait d'une façon régulière.

Ce caractère de la circulation marine résulte très probablement d'une sorte de soulèvement général de la masse des eaux océaniques par enlèvement continuel de la couche superficielle liquide due à l'évaporation plus énergique dans les régions tropicales, action modifiée et compensée par l'afflux d'eau douce (pluie, neige, icebergs de glaciers, eaux continentales) plus abondant au contraire dans les hautes latitudes.

La connaissance des lois combinées de l'évaporation et de l'apport d'eau douce à l'Océan, la répartition géographique de ces données éclairciraient considérablement le problème de la circulation océanique.

A 3 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 JANVIER 1906.

L'œuvre de Paul Tannery comme historien des Mathématiques, par H.-G. ZEUTHEN, Correspondant de l'Institut. Copenhague, 1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Annales de Paléontologie, publiées sous la direction de MARCELLIN BOULE; t. I, fasc. 1 et 2, janvier 1906. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Notice sur les instruments de précision appliqués à l'Œnologie construits par J. Dujardin, successeur de Salleron; 4e édition. Paris, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. J. Dujardin.)

Étude sur le Glacier Noir et le Glacier Blanc, par MM. CHARLES JACOB et GEORGES FLUSIN, et *Rapport sur les observations rassemblées en août* 1904 *dans les Alpes du Dauphiné*. Grenoble, 1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de la Commission française des Glaciers.)

Essai sur la mentalité de l'homme aux temps quaternaires. Diluvium de la Seine et de l'Oise, par G. ALIX. Le Mans, 1905; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'Institut national agronomique; 2e série, t. IV, fasc. 2. Paris, 1905; 1 vol. in-8°.

Revue bryologique, bulletin bimestriel consacré à l'étude des Mousses et des Hépatiques; 33e année, 1906, n° 1. Cahan, par Athis (Orne), T. Husnot; 1 fasc. in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie, publiés le vendredi de chaque semaine; t. LX, n° 1, 12 janvier 1906. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Archives de Médecine et Pharmacie militaires, publiées par ordre du Ministre de la Guerre, paraissant une fois par mois; tome XLVI. Paris, 1905; 1 vol. in-8°.

Groups of order p^m which contain cyclic subgroups of order p^{m-3}, by LEWIS IRVING NEIKIRK. (*Publications of the University of Pennsylvania*; series in Mathematics, n° 3.) Philadelphie, 1905; 1 fasc. in-8°.

Leo Errera, 1858-1905, par JEAN MASSART. Bruxelles, Hayez, 1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de Mme Vve Errera.)

Sur les caractères hétérostyliques secondaires des Primevères, par L. ERRERA. Bruxelles, 1905; 1 fasc. in-8°.

Glycogène et paraglycogène chez les végétaux, par L. ERRERA. Bruxelles, 1905; 1 fasc. in-8°.

MM. H. MICHEELS et P. DE HEEN adressent en hommage six Opuscules sur divers sujets de Chimie végétale.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 JANVIER 1906.

Joseph Dombey, médecin, naturaliste, archéologue, explorateur du Pérou, du Chili et du Brésil, 1778-1785. *Sa vie, son œuvre, sa correspondance*, avec un choix de pièces relatives à sa Mission, une carte et cinq planches hors texte, par le Dr E.-T. HAMY, Membre de l'Institut. Paris, E. Guilmoto, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Études sur la végétation, thèse pour le Doctorat ès Sciences physiques, soutenue devant la Faculté des Sciences de Paris le 22 mars 1870, par JULES RAULIN, avec une planche hors texte, nouvelle édition conforme à l'original. Paris, Masson et Cie, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Roux.)

Le Mexique, son évolution sociale; Tomes I et II. Mexico, J. Ballesca et Cie, 1900-1902; 2 vol. in-f°. (Offert par le Ministre du Commerce et de l'Industrie à Mexico et transmis par la Légation du Mexique à Paris.)

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JANVIER 1906.

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles recherches sur les composés alcalins insolubles contenus dans les végétaux vivants : feuilles de chêne;* par M. **Berthelot**.

L'existence de composés insolubles du potassium et des métaux alcalins dans les végétaux vivants, dans leurs débris morts et dans les matières humiques et charbonneuses qui en dérivent, offre un grand intérêt, en raison des échanges et migrations de cet ordre de composés, aux différentes périodes de la végétation et dans ses différents organes, entre les eaux souterraines et entre les matériaux solubles et insolubles des engrais, du sol cultivé et du sol forestier, opposés aux principes immédiats et tissus des plantes, arbres ou herbes, qui s'y développent. J'ai présenté à l'Académie plusieurs Mémoires au cours de l'année 1905 (¹) sur ce sujet, aussi vaste qu'important pour l'agriculture.

Je me propose d'exposer aujourd'hui des expériences exécutées sur un arbre forestier, le chêne (feuilles caduques, bois et écorce), étudié comparativement avec des graminées annuelles (*Festuca* et herbes du foin), ainsi qu'avec les feuilles mortes du chêne, étudiées précédemment. J'ai

---

(¹) *Comptes rendus*, séances du 4 septembre 1905; du 20 novembre 1905; du 26 décembre 1905.

étendu mes analyses non seulement aux composés insolubles du potassium et du calcium, mais à ceux du sodium et du magnésium.

I. — Feuilles de chêne fraiches : État initial.

Le 18 septembre 1905, on a récolté 5 kilogrammes de feuilles de chêne vertes en bon état; on les a séparées des pétioles et l'on a découpé les limbes, par 4 ou 6 sections normales à l'axe. On a opéré un mélange aussi homogène que possible, dans l'espace d'une demi-heure. Ces feuilles, traitées par l'hydrate de chaux à froid, n'ont pas fourni d'ammoniaque.

Leur distillation avec de l'eau pure développe une odeur aromatique spéciale. Le liquide distillé dans les premiers temps, c'est-à-dire en présence d'un grand excès d'eau, est neutre et il ne contient pas de furfurol, mais seulement une trace d'un composé capable de réduire l'azotate d'argent ammoniacal.

Voici le résultat de l'analyse de ces feuilles.

En chauffant à l'étuve à 110°, on obtient : 100^{g} matière sèche + 117^{g} eau (perte).

La matière sèche à son tour, brûlée dans une nacelle par un courant lent d'oxygène et une colonne d'oxyde de cuivre, a fourni, pour 104^{g},8 : 100^{g} de matière organique + 4^{g},8 matière minérale [1].

---

[1] Ce poids représente le poids réel observé, diminué du poids de l'acide carbonique qui y était combiné. Voici comment j'opère :

La matière, séchée à 110° et pesée, est disposée dans une nacelle de porcelaine, que l'on glisse à l'extrémité d'un tube à analyse organique, en arrière d'une longue colonne d'oxyde de cuivre. On opère la combustion dans un courant lent d'oxygène et l'on recueille, comme à l'ordinaire, l'acide carbonique et l'eau. Cela fait, on pèse la nacelle, qui contient les cendres carbonatées. On y dose l'acide carbonique, en les traitant par un acide étendu et pesant cet acide.

D'une part, le poids de cet acide est retranché du poids des cendres trouvées d'abord; et, d'autre part, on ajoute le carbone qu'il renferme à celui qui a été recueilli dans l'analyse organique proprement dite.

D'après ces indications, on voit que le poids indiqué dans le présent Mémoire pour la matière minérale représente le poids de cendres trouvé, diminué du poids de l'acide carbonique qu'elles renferment. On sait que ce poids ne répond pas exactement à l'équivalence des alcalis, en raison de la décomposition partielle des carbonates de magnésie, de chaux, etc. Cette méthode d'analyse s'applique à tous les nombres indiqués dans le présent Mémoire.

Ensemble des composés organiques. 100^g.	Matières minérales. $4^g,8 + CO^2$.
	$SiO^2 = 1,32$
C = 51,9	$CaO = 1,36$
H = 5,7	$MgO = 0,40$
Az = 2,6	$K^2O = 0,88$
O = 39,8	$Na^2O = 0,05$ à 0,10 (¹)
100,0	4,0
	Divers : 0,8
	4,8

On voit que la soude ne forme qu'une faible fraction, comparée à la potasse. La magnésie est notable.

II. — Action de l'eau.

Un échantillon des feuilles fraîches a été traité par macération, dans les conditions décrites précédemment (séances du 4 septembre, p. 439, et du 20 novembre, p. 794) en parties solubles et parties insolubles, qui ont été analysées séparément. On a opéré par macération à froid et par macération à chaud.

1° *Macération à froid.*

100^g de l'échantillon frais ont fourni :

Partie insoluble (séchée à 110°)..........	37,0
Partie soluble (séchée à 110°)...........	5,3
Total................	42,3

Soit pour 100 de matière séchée à 110°, en portions séparées :

Partie insoluble........................	87,5
Partie soluble..........................	12,5

(¹) On a dosé la potasse et la soude par deux méthodes différentes : l'une consistant à amener ces deux bases réunies à l'état de sulfates et à déterminer le poids de l'acide sulfurique SO^3, contenu dans un poids connu des mélanges. L'autre consiste à précipiter de ce mélange la potasse à l'état de chloroplatinate, après l'avoir changé en chlorure par le chlorure de baryum et à peser le chlorure de sodium contenu dans l'eau mère débarrassée de platine par l'hydrogène sulfuré.

En opérant avec soin, les résultats sont suffisamment concordants. On a pris la moyenne.

La *partie soluble* contenait pour 100g de matière organique :

C.......	46,60	Mat. min.	10,8 + CO^2
H.......	4,85	SiO^2....	0,9
Az......	0,59	CaO.....	2,3
O......	47,96	MgO....	1,05
	100,0	K^2O.....	6,0
		Na^2O....	0,17
			10,42

La *partie insoluble* contenait pour 100g de matière organique :

C.......	53,4	Mat. min.	4,3 + CO^2
H......	6,3	SiO^2....	1,47
Az......	3,4	CaO.....	1,40
O......	36,9	MgO....	0,30
	100,0	K^2O.....	0,17
		Na^2O....	à peu près nulle

D'après ces chiffres, la nature organique soluble est sensiblement plus pauvre en carbone et plus riche en oxygène que la matière insoluble ; ainsi qu'on pouvait s'y attendre. Le rapport de l'hydrogène au carbone est un peu plus fort dans la matière insoluble ; mais la différence porte surtout sur l'azote, concentré en presque totalité dans la matière insoluble.

Cette dernière contient plus de matière minérale en poids absolu, mais moitié moins en proportion relative. La potasse et la soude se concentrent dans la partie soluble ; la magnésie et même la chaux y sont plus fortes relativement, mais non en poids absolu. La soude est à peu près nulle dans la portion insoluble.

On remarquera encore qu'il y a une dose notable de silice dans la partie soluble ; quoique cet oxyde domine dans la partie insoluble.

2° *Macération à chaud.*

100g, échantillon frais, ont fourni :

Partie insoluble séchée à 110°...........	33,1
Partie soluble séchée à 110°............	11,2
Total......	44,3

Soit pour 100g séchés à 110°, en deux parties séparées :

Partie insoluble.........................	74,8
Partie soluble...........................	25,2

La quantité relative de matière solubilisée a donc été à peu près doublée en opérant à chaud.

La partie soluble contenait pour 100 de matière organique :

C.......	49,2	Mat. min.	8,6 + CO^2
H.......	5,3	SiO^2....	1,0
Az......	0,82	CaO....	1,15
O.......	44,7	MgO....	0,8
	100,0	K^2O....	3,56
		Na^2O...	0,25

La partie insoluble contenait pour 100 de matière organique :

C.......	53,2	Mat. min.	4,3 + CO^2
H.......	6,1	SiO^2....	1,4
Az......	3,3	CaO....	1,55
O.......	37,4	MgO....	0,24
	100,0	K^2O....	0,20
		Na^2O...	insensible

Les résultats de la macération à chaud sont analogues à ceux de la macération à froid; avec cette différence toutefois que la dose de matière soluble, tant organique que minérale, étant accrue, la composition de ces deux portions tend à se rapprocher de celle de la matière insoluble. Cette dernière est à peu près la même dans les macérations à chaud et à froid.

Si l'on compare ces résultats avec l'analyse des *feuilles de chêne mortes* (séance du 4 septembre 1905, p. 438, 439), on remarque que la composition de la matière organique totale y était à peu près la même que celle de la matière insoluble des feuilles fraîches; sauf perte de près de la moitié de l'azote. Mais les matières minérales, la silice surtout, y étaient beaucoup plus abondantes : circonstance attribuable en grande partie au contact des feuilles mortes avec le sol qui y adhère. La dose de la potasse demeurée insoluble est d'ailleurs à peu près la même.

Les feuilles mortes ont fourni à la distillation du furfurol, qui n'a pas été observé avec les feuilles fraîches.

Avec *les feuilles vivantes de Festuca* (graminées; séance du 20 novembre 1905, p. 794) la composition de la matière organique soluble a été trouvée à peu près la même que celle de la matière insoluble, contrairement aux feuilles de chêne. La potasse, dans les portions solubles et insolubles, était à peu près la même que pour les feuilles de chêne; mais la dose de silice est beaucoup plus considérable, comme on le sait d'ailleurs.

III. — Feuilles de chêne fraiches. — Doubles décompositions salines.

Ces expériences ont été exécutées dans les conditions décrites pour le foin (séance du 20 novembre 1905, p. 795 et suivantes).

Voici le Tableau des résultats :

1. — Action de l'acétate de potassium.

		État naturel.	Macération. à froid.	Macération. à chaud.
Soluble...........	solution saline.	2,54 + 0,67 = 3,21	3,0	3,0
Matière insoluble.................		0,16	0,3	0,23
K^2O...........		3,37	3,3	3,23
Soluble.........................		0,10	0,22	0,23
Matière insoluble.................		1,22	1,13	1,12
CaO..........		1,32	1,35	1,35
Soluble.........................		0,11		0,17
Matière insoluble.................		0,26		0,18
MgO...........		0,37		0,35

Na^2O soluble : 0,05. Variations non mesurables.

La dose de potasse insoluble a un peu augmenté. La chaux et la magnésie ont été au contraire solubilisées pour une faible dose ; tous résultats conformes à la théorie générale des équilibres résultant de la double décomposition.

Des faits et des lois analogues ont été signalés dans mes précédentes Communications (notamment séance du 4 septembre 1905, p. 444, séance du 20 novembre 1905, p. 196-197 et *passim*), ainsi que leurs conséquences en Physiologie végétale et en Agriculture.

2. — Action de l'acétate de sodium.

		État initial.	Macération à chaud.
Soluble...........	solution saline.	1,70 + 0,05	1,5
Matière insoluble..................		0,00	0,1
Na^2O..........................		1,75	1,6
Soluble...........................		0,67	0,74
Matière insoluble..................		0,16	0,13
K^2O...........................		0,83	0,87
Soluble..........................		0,10	0,20
Matière insoluble..................		1,22	1,15
CaO...........................		1,32	1,35

Soluble	0,11	0,10
Matière insoluble	0,26	0,25
MgO	0,37	0,35

Une petite quantité de soude est devenue insoluble; tandis que la potasse et la chaux ont été solubilisées en faible dose.

Ces résultats sont susceptibles d'applications à la végétation dans les terrains salés, à la condition de faire intervenir les réactions qui changent une partie du chlorure de sodium en carbonate et autres sels d'acides faibles.

3. — *Action de l'acétate de calcium.*

	État initial.	Macération à chaud.
Soluble........ solution saline.	1,32 + 0,16	0,67
Matière insoluble	0,71	1,41
CaO	2,19	2,08
Soluble	0,67	0,86
Matière insoluble	0,16	0,04
K^2O	0,83	0,90
Soluble	0,11	0,25
Matière insoluble	0,26	0,15
MgO	0,37	0,40

Une proportion notable de la chaux est devenue insoluble; tandis que la potasse et la magnésie ont été en partie solubilisées.

Ces résultats peuvent trouver leur application aux végétaux développés dans les terrains calcaires.

4. — *Action de l'acétate de magnésium.*

	État initial.	Macération à chaud.
Soluble........ solution saline.	1,54 + 0,11	1,27
Matière insoluble	0,26	0,43
MgO	1,91	1,70
Soluble	0,67	0,83
Matière insoluble	0,16	0,03
K^2O	0,83	0,86
Soluble	0,10	0,33
Matière insoluble	1,22	1,06
CaO	1,32	1,39

La dose de magnésie insoluble s'est accrue; tandis que la potasse et la chaux ont été en partie solubilisées : toujours conformément à la théorie générale.

Ces résultats sont applicables aux végétaux développés dans des terrains contenant de l'eau de mer, dont on connaît la richesse en sels magnésiens, ainsi qu'aux terres dolomitiques.

IV. — Traitement par l'acide chlorhydrique.

Voici maintenant les résultats comparatifs obtenus en traitant un même échantillon de feuilles de chêne, séchées à 110° d'abord, successivement par l'eau pure et par l'acide chlorhydrique étendu; puis en faisant agir l'acétate de potassium. Ces expériences avaient pour objet d'examiner la nature du composé acide formant avec la potasse un composé insoluble (séance du 26 décembre, p. 1103 et suiv. : étude du charbon de bois).

	Macération à froid.
Partie soluble séchée à 110°	18,3
Partie insoluble séchée à 110°	81,7
	100,0

Matière minérale.

Pour 100g de l'extrait soluble séché à 110°.		100g de la partie insoluble séchée à 110°.	
SiO^2	1,35	SiO^2	1,40
CaO	0,72	CaO	1,46
MgO	0,63	MgO	0,24
K^2O	4,11	K^2O	0,07

La partie insoluble dans l'eau a été traitée à froid par l'acide chlorhydrique étendu.

100g de cette matière ont fourni ensuite :

Produit insoluble	95,2
Produit soluble	4,8
	100,0

Matière minérale.

Pour 100g de l'extrait soluble.		Pour 100g de matière insoluble.	
SiO^2	0,39	SiO^2	1,5
CaO	15,70	CaO	0,88
MgO	5,2	MgO	traces
K^2O	2,1	K^2O	nulle

On voit que toute la potasse et presque toute la magnésie ont été dissoutes; une fraction sensible de la chaux demeurant insoluble.

La matière restée insoluble, après traitements successifs par l'eau et par l'acide chlorhydrique étendu, a été lavée jusqu'à absence d'acidité de l'eau; puis desséchée à 110° et traitée ensuite par une solution d'*acétate de potassium*.

La liqueur distillée a fourni une dose notable d'acide acétique mis en liberté, constaté par sa transformation successive en acétate de baryum et éther acétique.

Sur un autre échantillon, étudié sans distillation, on a dosé la potasse et la chaux dans la portion soluble et dans la matière restée insoluble.

Voici les résultats du traitement par l'acétate de potassium :

	État initial.	Après macération à froid.
Potasse soluble	2,3	1,7
Matière insoluble	0,0	0,5
K^2O	2,3	2,2
Potasse soluble	0,0	0,036
Matière insoluble	0,86	0,81
CaO	0,86	0,85

On voit que le quart environ de la potasse a régénéré un sel insoluble; une partie de la chaux ayant été solubilisée.

Il résulte de l'ensemble de ces observations que la matière traitée par l'acide chlorhydrique renfermait un véritable acide insoluble, dont l'existence explique les faits observés.

Ces résultats sont différents de ceux qu'on observe avec la matière noire constitutive du charbon de bois; laquelle après traitement chlorhydrique ne renferme plus d'acide susceptible de faire la double décomposition avec les sels de potassium (séance du 26 décembre 1905, p. 1186). Elle retient d'ailleurs une certaine dose de potasse insoluble, même après ce traitement; ce que ne font pas les feuilles de chêne. Ce double caractère distingue donc les composés potassiques insolubles existant dans la feuille vivante et ceux du charbon de bois. De là résulte une certaine lumière sur la constitution et l'énergie relative des acides insolubles formant des composés alcalins insolubles dans les végétaux.

ZOOLOGIE. — *Capture d'un Cachalot du genre* Kogia *Gray sur les côtes de la Manche à Roscoff.* Note de M. **Yves Delage.**

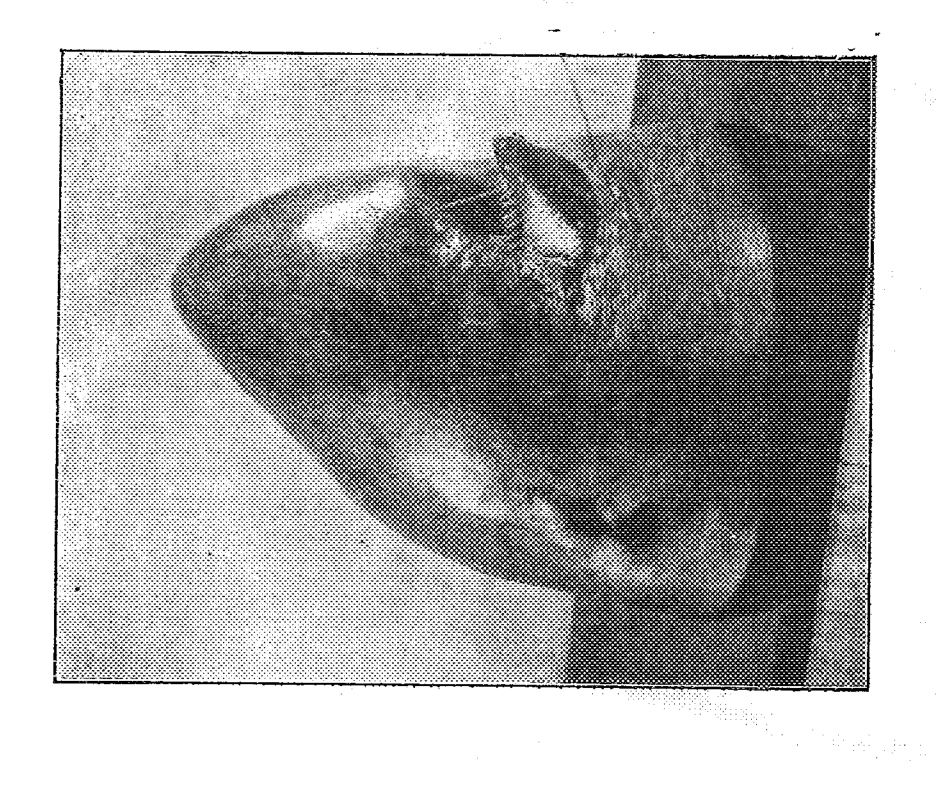
Le 27 décembre dernier un petit Cétacé de $2^m,25$ de long est venu s'échouer vivant sur la grève sablonneuse de Siec à 6^{km} environ de Roscoff. Il eût été facile de le capturer et de l'apporter vivant au Laboratoire où on eût pu, pendant quelque temps au moins, l'observer dans son élément naturel, dans le grand vivier du Laboratoire qui mesure presque 1000^{m^2} de surface. Malheureusement l'animal a été aperçu non par le personnel de la Station, ni par des pêcheurs habitués à nous apporter les animaux rares ou curieux, mais par des paysans qui l'ont immédiatement assommé à coups de bâton, traîné dans un champ où ils l'ont lacéré de coups de couteau et finalement abandonné aux chiens, qui ont pu s'en repaître à leur aise.

La tête cependant avec le cou a été séparée du tronc et portée au bureau de la Marine à Roscoff en vue de la prime de 5^{fr} accordée par l'administration de la Marine pour la capture des Cétacés.

C'est alors seulement que le personnel du Laboratoire, informé de la capture, a pu acquérir la tête et ce qui restait du tronc : le squelette à peu près entier, le pénis avec la région avoisinante et quelques débris de viscères plus ou moins endommagés.

L'examen de la tête, dont les photogravures ci-contre représentent les faces dorsale et ventrale, m'a permis de reconnaître que l'animal est un Cachalot nain du genre *Kogia* (Gray) à peu près sinon tout à fait adulte.

La détermination générique ne présente point d'incertitude. L'animal se distingue en effet du grand Cachalot ordinaire *Physeter* par sa taille beaucoup plus petite, par sa tête beaucoup plus courte relativement à la longueur du corps, par son museau conique au lieu d'être arrondi en forme de dé à coudre, par sa bouche très petite et très reculée vers l'arrière, enfin par son évent arciforme, transversal, asymétrique, dévié à gauche et situé un peu en avant des yeux au lieu d'être longitudinal, sigmoïde et presque terminal comme chez le grand Cachalot. Sa couleur est d'un gris ardoisé, foncé sur le dos et d'un blanc sale tacheté en dessous. Comme la plupart des Cachalots recueillis dans des circonstances analogues, celui-ci est un mâle.



L'intérêt de cette capture consiste dans la rareté très grande de cet animal dont on n'a pu observer jusqu'ici qu'un nombre fort restreint d'exemplaires et surtout dans le fait qu'on ne l'avait jamais rencontré jusqu'ici dans les mers d'Europe ni à une latitude aussi septentrionale. Les exemplaires précédemment recueillis provenaient tous de l'hémisphère antarctique (Atlantique, Pacifique et Océan Indien) et, en ce qui concerne l'hémisphère nord, de la côte atlantique des États-Unis, à près de 20° plus au Sud.

En ce qui concerne la détermination spécifique, une réponse positive ne pourra être fournie qu'après l'étude de certaines particularités du squelette. Il semble cependant, d'après l'examen des caractères extérieurs, que l'on puisse éliminer le *K. simus*, pourvu d'une paire de dents à la mâchoire supérieure et de 9 paires à la mâchoire inférieure, tandis que le nôtre en a 12 paires à la mâchoire inférieure et aucune à la supérieure. Ce pourrait être un *Kogia breviceps* (de Blainville) bien que ce dernier soit donné comme pourvu de 14 à 15 paires de dents à la mâchoire inférieure. Quant aux *K. Floweri*, *Grayi* et *Pottsi* leurs caractères sont bien insuffisamment connus, si tant est même qu'ils soient de véritables espèces.

Pour tirer le meilleur parti possible de cette importante capture je me suis assuré le concours de personnes en état d'en faire une étude fructueuse. Comme les autres Cachalots l'animal est teuthophage. L'estomac de celui-ci contenait un grand nombre de becs de Céphalopodes que M. le professeur Joubin a bien voulu se charger d'examiner. L'intestin contenait une grande quantité de Nématodes et deux Cestodes singuliers à tête en cornet d'oublie. M. Guiart, du Laboratoire de Parasitologie de l'École de Médecine, a bien voulu se charger de leur étude. Enfin M. Hérubel, préparateur au Laboratoire de Zoologie de la Sorbonne, fera l'étude anatomique aussi complète que possible de la tête. Cette dernière fournira sans doute des documents intéressants sur l'anatomie des organes qu'elle contient : encéphale, bouche, langue, voile du palais, fosses nasales, cavités du sperma ceti, pharynx, larynx, oreille (les yeux malheureusement ont été crevés).

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur certains systèmes de cercles et de sphères qui se présentent dans la déformation des quadriques.* Note de M. C. GUICHARD.

1. Soient Q′ une surface applicable sur une quadrique Q, M et M′ deux points correspondants de ces surfaces que nous supposons rapportées à leur système conjugué commun. Soient I un point fixe, S la sphère qui a pour centre M′ et pour rayon MI; cette sphère touche son enveloppe en deux points I′ et I'_1 symétriques par rapport au plan tangent en M′; l'un de ces points I′ est la position que vient occuper le point I quand on fait rouler Q sur Q′.

Désignons par y_1, y_2, y_3 les coordonnées de M′, par X_1, X_2, X_3 celles de M, l'origine étant en I. Les coordonnées $(Y_1, \ldots, Y_5)$ de la sphère S sont :

$$(1)\quad Y_1 = y_1,\quad Y_2 = y_2,\quad Y_3 = y_3,\quad Y_4 + iY_5 = 1,\quad Y_4 - iY_5 = \Sigma X^2 - \Sigma y^2.$$

Cette sphère est O, car

$$(2)\qquad \Sigma Y^2 = \Sigma X^2 \qquad \text{et} \qquad \Sigma\, dY^2 = \Sigma\, dX^2.$$

Si maintenant $f(X)$ est l'équation de la quadrique, on aura

$$(3)\qquad \lambda f(X) = X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 + P_1^2 + P_2^2 + \ldots + P_n^2 = 0,$$

$P_1, P_2, \ldots, P_n$ étant des fonctions linéaires des X; par conséquent la sphère S est $(n+1)$I, les coordonnées complémentaires étant $P_1, P_2, \ldots, P_n$.

Pour réduire n au minimum, il faut placer le point I sur une focale; l'équation de la quadrique rapportée à ses axes étant

$$(4)\qquad (1+p^2)x_1^2 + (1+q^2)x_2^2 + x_3^2 - 1 = 0.$$

La focale du plan $x_1 x_2$ a pour équation

$$(5)\qquad \frac{1+p^2}{p}\xi_1^2 + \frac{1+q^2}{q}\xi_2^2 + 1 = 0.$$

Le point $I(\xi_1, \xi_2, 0)$ étant supposé sur cette focale, on aura

$$(6)\quad f(X) = X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 + \left(pX_1 + \frac{1+p^2}{p}\xi_1\right)^2 + \left(qX_2 + \frac{1+q^2}{q}\xi_2\right)^2.$$

La sphère S est donc 3I; les coordonnées complémentaires Z_1 et Z_2 sont

$$(7)\qquad Z_1 = pX_1 + \frac{1+p^2}{p}\xi_1, \qquad Z_2 = qX_2 + \frac{1+q^2}{q}\xi_2.$$

Le point I étant toujours sur la focale, on a aussi

$$(8)\qquad \left\{\begin{aligned} \lambda f(X) = X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 &+ \left[\sqrt{\lambda(1+p^2)-1}\,X_1 + \frac{\lambda(1+p^2)\xi_1}{\sqrt{\lambda(1+p^2)-1}}\right]^2 \\ &+ \left[\sqrt{\lambda(1+q^2)-1}\,X_2 + \frac{\lambda(1+q^2)\xi_2}{\sqrt{\lambda(1+q^2)-1}}\right]^2 + \left(\sqrt{\lambda-1}\,X_3\right)^2, \end{aligned}\right.$$

en supposant que λ soit racine de l'équation

$$(9)\qquad \frac{1+p^2}{\lambda(1+p^2)-1}\xi_1^2 + \frac{1+q^2}{\lambda(1+q^2)-1}\xi_2^2 + 1 = 0.$$

L'équation (9) admet toujours les racines $\lambda = 1$; elle admet, en général, une autre racine distincte de o ou de 1; c'est cette racine qui figure dans l'équation (8); il en résulte que la sphère S décrit un système 4I, les coordonnées complémentaires T_1, T_2, T_3 ayant les valeurs suivantes :

$$(10)\qquad \left\{\begin{aligned} T_1 &= \sqrt{\lambda(1+p^2)-1}\,X_1 + \frac{\lambda(1+p^2)}{\sqrt{\lambda(1+p^2)-1}}\xi_1, \\ T_2 &= \sqrt{\lambda(1+q^2)-1}\,X_2 + \frac{\lambda(1+q^2)}{\sqrt{\lambda(1+q^2)-1}}\xi_2, \\ T_3 &= \sqrt{\lambda-1}\,X_3. \end{aligned}\right.$$

2. *Cercles conjugués.* — Soit θ une solution quelconque de l'équation de Laplace à laquelle satisfont les fonctions X et Y. Le point de l'espace à cinq dimensions, qui a pour coordonnées $\frac{Y_k}{\theta}$, décrit un réseau; il y correspond un système de cercles (C) conjugué aux sphères (S). Le cercle C passe par les points I', I'_1 où la sphère S touche son enveloppe; si, de plus, θ est une fonction linéaire de X_1, X_2, X_3, l'axe du cercle C est la droite du plan tangent en M' qui correspond, par roulement de Q sur Q', à la droite d'intersection du plan tangent en M avec le plan dont l'équation est $\theta = 0$.

Nous allons donner des exemples :

1° $\theta = Z_1 + iZ_2$. — Le système de cercles C est O; il est en général 3I, le réseau $\frac{Y_k}{\theta}$ de l'espace à cinq dimensions étant applicable sur le réseau $\frac{X_k}{\theta}$ de l'espace à trois; il pourra se produire une réduction si θ est une combinaison homogène de X_1 et de X_2.

c'est-à-dire si

$$\frac{1+p^2}{p}\xi_1 + i\frac{1+q^2}{q}\xi_2 = 0.$$

Le point I est alors un ombilic; l'équation (9) admet la racine $\lambda = 0$; le système S ne peut plus être considéré comme un système 4I; le système de cercles C est O, 2I; les pôles d'un tel cercle décrivent des surfaces isothermiques; on voit facilement que ces pôles correspondent aux points d'intersection du plan tangent en M avec les génératrices menées en I sur la quadrique (Darboux, *Comptes rendus*, 1899).

2° $\theta = X_1 + iX_2$. — Le système C est I, il est en général 3O, les coordonnées complémentaires étant $\frac{z_1}{\theta}$, $\frac{z_2}{\theta}$. Il se produira une réduction si θ est une combinaison homogène de z_1 et z_2, c'est-à-dire si

$$\frac{1+p^2}{p^2}\xi_1 + i\frac{1+q^2}{q^2}\xi_2 = 0.$$

Le point S est le point de contact d'une tangente isotrope à la focale. L'équation (9) admet la racine double $\lambda = 1$; le système C est I, 2O.

3° Nous allons montrer qu'on peut former une combinaison isotrope de T_1, T_2, T_3 qui est en même temps une combinaison isotrope de X_1, X_2, X_3. Posons en effet :

$$\theta = \alpha T_1 + \beta T_2 + \gamma T_3, \qquad \alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 0.$$

Pour que θ soit homogène par rapport à X_1, X_2, X_3 il faut prendre

$$\alpha = \frac{(1+q^2)\xi_2}{\sqrt{\lambda(1+q^2)-1}}, \qquad \beta = -\frac{(1+p^2)\xi_1}{\sqrt{\lambda(1+p^2)-1}},$$

on aura ensuite

$$\gamma^2 = -\alpha^2 - \beta^2 = -\left[\frac{(1+p^2)^2\xi_1^2}{\lambda(1+p^2)-1} + \frac{(1+q^2)^2\xi_2^2}{\lambda(1+q^2)-1}\right].$$

On aura alors

$$\theta = \alpha\sqrt{\lambda(1+p^2)-1}\,X_1 + \beta\sqrt{\lambda(1+q^2)-1}\,X_2 + \gamma\sqrt{\lambda-1}\,X_3.$$

Pour que θ soit une combinaison isotrope de X_1, X_2, X_3, il faut que

$$\alpha^2[\lambda(1+p^2)-1] + \beta^2[\lambda(1+q^2)-1] + \gamma^2(\lambda-1) = 0$$

et, en remplaçant α^2, β^2, γ^2 par leurs valeurs, on trouve, après réductions, la condition

$$\frac{q^2(1+p^2)^2}{\lambda(1+p^2)-1}\xi_1^2 + \frac{p^2(1+q^2)^2}{\lambda(1+q^2)-1}\xi_2^2 = 0$$

qui est une conséquence immédiate des équations (5) et (9).

θ étant une combinaison isotrope des X, le système C est I; de même θ

étant une combinaison isotrope de T_1, T_2, T_3 le système sera 2O; on obtient encore des systèmes I, 2O.

On vérifie facilement que le plan dont l'équation est $\theta = 0$ est un plan isotrope mené par la tangente en I à la focale; ce plan contient une normale isotrope à la focale au point I; cette normale est une génératrice de la développable circonscrite à la quadrique et au cercle à l'infini. On a donc le théorème suivant :

Soient G *une génératrice* (non située sur la quadrique) *de la développable circonscrite à la quadrique* Q *et au cercle à l'infini,* P *le point où* G *rencontre le plan tangent en* M *à la quadrique; si l'on fait rouler la quadrique* Q *sur une de ses déformées* Q', *le point* P *vient occuper une position* P'; *le point* P' *décrit une surface* I, 2O.

J'ai indiqué les principales propriétés des surfaces I, 2O dans mon Mémoire *Sur les systèmes orthogonaux et les systèmes cycliques* (*Annales de l'École Normale supérieure,* 1903, § 94); ces surfaces jouent un rôle important dans la recherche des surfaces isothermiques.

M. A. de Lapparent fait hommage à l'Académie d'un Volume de M. F. de Montessus de Ballore, intitulé : *Les tremblements de terre. Géographie séismologique,* Ouvrage dont il a écrit la Préface.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1906.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Mathématiques : *Grand prix des Sciences mathématiques, Prix Francœur, Poncelet.* — MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Maurice Levy, Darboux, Boussinesq.

Mécanique : *Prix Montyon, Boileau.* — MM. Maurice Levy, Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Poincaré, Haton de la Goupillière, Schlœsing.

Navigation : *Prix extraordinaire, Plumey.* — MM. Maurice Levy, Bouquet de la Grye, Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Bertin, Vieille.

Astronomie : *Prix Pierre Guzman, Lalande, Valz, Janssen.* — MM. Janssen, Lœwy, Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Lippmann, Poincaré, Darboux.

Géographie : *Prix Tchihatchef, Binoux, Delalande-Guérineau.* — MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, de Lapparent, Perrier, Van Tieghem.

Cette Commission est également chargée de présenter une *question de Prix Gay* pour l'année 1909.

Physique : *Prix Hébert, Hughes.* — MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Violle, Amagat, Curie, Berthelot, Maurice Levy, Poincaré.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce la mort de *Sir John Burdon Sanderson,* Correspondant de l'Académie pour la Section de Médecine et Chirurgie.

M. le **Ministre de l'Intérieur** invite l'Académie à lui présenter une liste de trois de ses Membres pour la place à attribuer à l'Académie dans le Comité consultatif d'hygiène publique de France. Cette place est actuellement occupée par M. Émile Roux, dont les fonctions expirent le 18 février 1906.

L'Académie nomme une Commission formée des membres de la Section de Médecine et de Chirurgie auxquels sont adjoints :

MM. **Brouardel, Labbé, Roux.**

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° Le Tome XVI de l'édition nationale des *Opere di Galileo Galilei,* publiée sous les auspices de Sa Majesté le roi d'Italie.

2° *Introduction à l'étude de la Chimie,* par le Dr Maurice de Thierry. (Présenté par M. Henri Moissan.)

3° *Description géologique de l'île d'Ambon,* par R.-D.-M. Verbeek.

4° *Description de la faune jurassique du Portugal. Polypiers du jurassique*

supérieur, par F. Koby, avec une notice stratigraphique par Paul Choffat. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du second ordre dont l'intégrale générale est uniforme*. Note de M. **Gambier**, présentée par M. Painlevé.

Je me suis proposé d'étudier les équations différentielles du second ordre

$$P(y'', y', y, x) = 0$$

où P est un polynome du second degré en y'', rationnel en y', algébrique en y et analytique en x, dont l'intégrale générale est ou fonction uniforme de x ou fonction à points critiques fixes.

J'applique pour cela une méthode développée par M. Painlevé pour les équations du premier degré en y''.

On sait, d'après les résultats obtenus par M. Painlevé, que l'équation, résolue en y'', est nécessairement de la forme

$$y'' = A_1 y'^2 + A_2 y' + A_3 + \sqrt{A_4 y'^4 + A_5 y'^3 + A_6 y'^2 + A_7 y' + A_8}$$

où les A sont algébriques en y et analytiques en x, et qu'une transformation élémentaire permet de supposer, pour x quelconque, les A rationnels en y ou bien rationnels en y et $\sqrt{y(y-1)[y-H(x)]}$, et qu'enfin, si $y' = \varphi(y, x)$ est racine impaire du polynome en y' sous le radical, l'équation différentielle $y' - \varphi(y, x) = 0$ définit un ensemble particulier d'intégrales de l'équation proposée.

Ces premières conditions acquises, poursuivons l'étude des conditions nécessaires en faisant la substitution de M. Painlevé : $x = x_0 + \alpha X$ et annulant α, d'où l'équation

$$y'' = y'^2 \left[A_1(x_0, y) + \sqrt{A_4(x_0, y)}\right]$$

dont l'intégrale générale doit être uniforme; si nous posons alors

$$z = A_1(x, y) + \sqrt{A_4(x, y)},$$

z et y sont liés par une relation algébrique et l'on est nécessairement dans l'un des trois cas suivants :

1° Ou bien les deux valeurs de z sont rationnelles en y;

2° Ou bien la relation entre y et z est unicursale;

3° Ou bien cette relation est de genre 1.

Bornons-nous, dans ce qui suit, au cas où P est rationnel en y.

Quand les deux valeurs de z sont rationnelles en y, on peut supposer, grâce à une transformation $y = \frac{l(x)\mathrm{Y} + m(x)}{p(x)\mathrm{Y} + q(x)}$ effectuée sur l'équation primitive, que l'une d'elles coïncide avec une des huit expressions indiquées par M. Painlevé à la page 30 du Tome XXV des *Acta mathematica* (Mémoire *Sur les équations différentielles dont l'intégrale générale est uniforme*) et l'autre avec une des neuf expressions indiquées à la page 29 du même Mémoire; en tout soixante-douze cas à examiner.

Si la relation entre y et z est unicursale, on peut, après une transformation analogue sur y, supposer que l'on a exprimé y et z au moyen d'un paramètre θ par les formules

$$y = \theta^2, \qquad 2\theta^2 z + 1 + \theta f(\theta) = 0,$$

où $f(\theta)$ coïncide avec l'une quelconque des huit dernières expressions indiquées à la page 29 du même Mémoire (où y a été remplacé par θ); d'où huit cas à examiner.

Si la relation entre y et z est de genre 1, on peut, moyennant une transformation algébrique, supposer que cette relation est

$$y'' = y'^2\left(\frac{6y^2 - \frac{g_2}{2}}{4y^3 - g_2 y - g_3} + \frac{i\pi}{\omega\sqrt{4y^3 - g_2 y - g_3}}\right)$$

(g_2, g_3 constantes numériques, 2ω période quelconque de $p(u, g_2, g_3)$).

Ces conditions suffisent pour donner un nombre limité de valeurs possibles pour A_1 et A_4. D'ailleurs on démontre aisément que tout pôle de A_2 et A_3 est simple et pôle de A_1, que tout pôle de A_4, A_5, A_6, A_7, A_8 est double au plus et pôle de A_1. Ces résultats s'étendent au point $y = \infty$ par la transformation $y = \frac{1}{\mathrm{Y}}$ et appliquant au pôle $\mathrm{Y} = 0$ s'il y a lieu. Cela limite le degré des A en y.

Le cas le plus simple est donc celui où les deux valeurs de z se réduisent à zéro : $A_1 \equiv 0$, $A_4 \equiv 0$. Dans ce cas, on trouve immédiatement que les A sont des polynomes en y, de degré en y égal respectivement à

A_2	A_3	A_5	A_6	A_7	A_8
1	3	0	2	4	6

J'étudie complètement dans cette Note le cas où $A_1 \equiv 0$, $A_4 \equiv 0$ *et où, de plus, le polynome en* y' *sous le radical n'a qu'une racine triple.*

L'équation est nécessairement de la forme

$$\begin{aligned} y'' = {} & y'(ay + b) + (\mathrm{A}y^2 + 2\mathrm{B}y + \mathrm{C})[(2\mathrm{A} - a)y + 2\mathrm{B} - b] \\ & + \mathrm{A}'y^2 + 2\mathrm{B}'y + \mathrm{C}' + g(x)(y' - \mathrm{A}y^2 - 2\mathrm{B}y - \mathrm{C})^{\frac{3}{2}}, \end{aligned}$$

où a, b, A, B, C sont des fonctions analytiques de x, A′, B, C′ sont les dérivées de A, B, C par rapport à x.

Une telle équation peut se ramener par une substitution

$$y = \lambda(x) Y + \mu(x), \qquad X = \varphi(x).$$

Si $A \equiv 0$, à la forme

$$Y'' = Y'(a_1 Y + b_1) + Y'^{\frac{3}{2}},$$

λ, μ, φ s'obtenant par trois quadratures.

Si $A \neq 0$, à la forme

$$Y'' = Y'(a_1 Y + b_1) + (2 - a_1) Y^3 - b_1 Y^2 + g_1(X)(Y' - Y^2)^{\frac{3}{2}},$$

μ s'obtenant par une équation de Riccati, λ et φ par deux quadratures.

La transformation algébrique $Y' = Y^2 u^2$ ou $Y' - Y^2 = Y^2 u^2$, suivant que l'on est dans le premier cas ou dans le second, conduit à une équation en u du second ordre, du premier degré en u'' et rationnelle en u' et u; en se reportant aux résultats de M. Painlevé, on reconnaît que l'équation en Y coïncide nécessairement avec l'un des types suivants, dont l'intégrale est d'ailleurs uniforme : fraction rationnelle en X ou en e^{mX} ou fonction elliptique de X,

$$Y'' = Y'^{\frac{3}{2}},$$
$$Y'' = 6YY' - 4Y^3 + h(Y' - Y^2)^{\frac{3}{2}}, \quad h \text{ constante},$$
$$Y'' = 2YY' + \frac{4i}{\sqrt{n^2 - 1}}(Y' - Y^2)^{\frac{3}{2}}, \quad n \text{ entier} > 1,$$
$$Y'' = 2Y^3 - 2i(Y' - Y^2)^{\frac{3}{2}},$$
$$Y'' = -4YY' + 6Y^3 + \frac{4i}{\sqrt{6}}(Y' - Y^2)^{\frac{3}{2}},$$
$$Y'' = -8YY' + 10Y^3 + i\sqrt{2}(Y' - Y^2)^{\frac{3}{2}},$$
$$Y'' = -2YY' + 4Y^3 + \frac{4i}{\sqrt{5}}(Y' - Y^2)^{\frac{3}{2}},$$
$$Y'' = 2Y^3 - \frac{2i}{\sqrt{10}}(Y' - Y^2)^{\frac{3}{2}}.$$

On sait reconnaître à l'avance sur l'équation donnée, au moyen de relations algébriques entre les coefficients, si la réduction à l'une de ces formes est possible et alors λ, μ, φ s'obtiennent :

Dans le premier cas par trois quadratures;

Dans le second, μ par une équation de Riccati irréductible et λ et φ par deux quadratures;

Dans tous les autres cas, μ est une fonction rationnelle de A, B, C et b; λ et φ s'obtiennent par deux quadratures.

Donc le cas où $A_1 \equiv 0$, $A_4 \equiv 0$ et où en même temps le radical n'a qu'une racine triple, ne conduit qu'à des équations intégrables; mais ce n'est que le plus simple des cas nombreux qui existent et dont je me propose de poursuivre l'étude.

PHYSIQUE. — *Sur le spectre de flamme du mercure.* Note de M. C. DE WATTEVILLE, présentée par M. Lippmann.

Tandis que la plupart des métaux donnent, soit dans la flamme du mélange de gaz d'éclairage et d'air, soit dans celle du chalumeau oxhydrique, un spectre plus ou moins riche en raies, le mercure semblait être l'un des rares d'entre ceux qui ne possèdent pas cette propriété. Au cours de leurs beaux travaux, MM. Hartley et Ramage n'ont pu photographier ni raies, ni bandes du mercure en en chauffant l'oxyde dans la flamme oxhydrique [1]. M. Gouy était arrivé, par l'emploi de son pulvérisateur, à la même conclusion négative [2]. De mon côté, je n'avais obtenu, avec le dispositif de M. Gouy, aucun élément du spectre du mercure, en me servant soit du bichlorure dissous dans l'eau, soit de mercure dissous dans l'acide nitrique. Les recherches précédentes avaient d'ailleurs été faites au moyen de prismes en verre et les miennes à l'aide d'un réseau concave de Rowland.

On pouvait attribuer l'insuccès de ces tentatives à la difficile décomposition des sels utilisés; j'ai essayé récemment l'emploi des composés organiques tels que l'acétate et le cyanure de mercure. (Ces corps étaient dissous dans l'eau distillée et mélangés, à l'état de poussière, au gaz d'éclairage par l'appareil de M. Gouy.) J'ai réussi à obtenir ainsi, à l'aide d'un spectrographe en quartz, un spectre du mercure qui se compose de la seule raie 2536,72 mesurée par MM. Kayser et Runge dans le spectre d'arc du mercure, où elle se trouve très forte et renversée. Cette raie est d'ailleurs extrêmement intense dans la flamme, puisqu'une pose de 1 heure est plus que suffisante pour la faire apparaître d'une manière très marquée sur la plaque. J'ai essayé sans effet, en prolongeant la pose au delà de

(1) *Scient. Trans. of the Roy. Dublin Soc.*, vol. VII, 1901, p. 339.

(2) *Ann. de Chim et de Phys.*, 5e série; t. XVIII, 1879.

10 heures, d'obtenir quelque autre raie du mercure dans les mêmes conditions.

Ayant répété l'expérience avec le nitrate mercurique en solution dans l'eau, j'ai trouvé un résultat identique au précédent, c'est-à-dire l'enregistrement de cette raie 2536,72 à l'exclusion de toute autre. Je n'ai pu, soit avec l'œil, soit par la photographie, dans le cas des trois sels employés (acétate, cyanure, nitrate), observer aucune trace des raies 547 et 435 que Mitscherlich dit avoir vues en introduisant du cyanure de mercure dans la flamme (1).

Ce fait me semble intéressant à deux points de vue :

1° Les spectres de flamme des six métaux suivants du second groupe de Mendéléeff : magnésium, calcium, zinc, strontium, cadmium, baryum, sont caractérisés par la présence, dans chacun d'eux, d'une raie qui surpasse les autres de beaucoup en éclat, et qui est émise par la flamme dans toute sa hauteur. L'aspect de ces raies est même si frappant que j'avais été amené à les rapprocher les unes des autres (2), sans avoir eu connaissance du travail de M. Ramage (3) où ce savant établit des relations entre les longueurs d'onde de ces raies et le poids atomique des métaux dont le spectre les renferme. Si l'on prolonge la droite qui joint à peu près les trois points obtenus en prenant comme coordonnées les valeurs de la longueur d'onde (2852, 3075, 3261) de la raie et celles du poids atomique (24,36; 65,4; 112,4) des métaux (Mg, Zn, Cd) dans le spectre desquels chacune de ces raies se trouve, on peut remarquer que la raie analogue pour le mercure devrait être la raie 3650,31 qui est très forte dans l'arc. Or, comme on l'a vu, cette raie n'existe pas dans le spectre du mercure que j'ai obtenu en me plaçant dans les mêmes conditions que pour les métaux précédents. En outre, malgré le poids moléculaire élevé du mercure, la raie unique trouvée a une longueur d'onde (2536) bien plus courte que la raie 2852 du magnésium, la plus réfrangible de celles que j'ai observées dans la flamme pour les six métaux étudiés du second groupe.

2° On peut remarquer aussi que le spectre solaire ne renferme pas de raies du mercure. Or, si ce métal se trouve placé dans le Soleil dans des conditions telles qu'il ne puisse également émettre que l'unique raie 2536,72, celle-ci serait située dans la partie du spectre qui est absorbée par l'atmosphère terrestre. Il en résulterait que l'absence du mercure dans le Soleil ne serait pas liée forcément à celle des raies de ce métal dans le spectre solaire.

---

(1) *Phil. Mag.*, 1864, p. 178.

(2) *Phil. Trans.*, sér. A, Vol. CCIV, p. 155.

(3) *Proc. Roy. Soc.*, Vol. LXX, 1902, p. 1.

PHYSIQUE. — *Sur la durée de la décharge dans un tube à rayons X.* Note de M. **André Broca**, présentée par M. H. Becquerel.

Des mesures purement électriques m'ont permis d'arriver à quelques notions approximatives sur la durée de la décharge dans un tube de Crookes. Je donne d'abord le principe de la méthode.

Le tube en expérience est mis en série avec une soupape de Villard et excité au moyen d'une bobine d'induction. Dans ces conditions, l'onde de rupture seule passe dans le circuit. Le milliampèremètre de secondaire à cadre mobile de MM. d'Arsonval et Gaiffe permet alors de mesurer l'intensité moyenne qui traverse le tube. Soit n le nombre d'interruptions par seconde du courant primaire, cet instrument nous donne

$$n\int_0^\theta i\,dt = \varepsilon, \tag{1}$$

ε étant la lecture faite pendant le fonctionnement et θ la durée d'une décharge élémentaire. Avec l'interrupteur-turbine, exclusivement employé, la régularité de fonctionnement est assez grande pour permettre une lecture convenable.

Supposons maintenant que nous mettions en circuit avec le milliampèremètre à cadre mobile un appareil de mesure de courants alternatifs; celui-ci nous donnera une indication correspondant à celle que donnerait un courant continu ε_1 et nous aurons

$$n\int_0^\theta i^2\,dt = \varepsilon_1^2. \tag{2}$$

Si l'on connaissait la forme de la fonction $i = \varphi(t)$ les deux expressions (1) et (2) seraient des fonctions de θ et de l'intensité maxima I, qui détermineraient ces deux quantités. Dans l'ignorance où nous sommes de la fonction φ, nous allons faire une hypothèse sûrement erronée, mais qui nous donnera tout au moins l'ordre de grandeur de I et de θ; nous allons supposer i constant et égal à I pendant le temps d'une décharge. Il est certain que l'établissement du courant dans le tube, qui est un phénomène disruptif, est très brusque; je dois avouer que nous n'avons pas de données sur la façon dont l'intensité revient à zéro, mais il est probable que ce

retour se fait asymptotiquement, la courbe descendant brusquement au début. Dans ces conditions, l'hypothèse faite doit être peu erronée. Les équations deviennent

$$In\theta = \varepsilon, \qquad I^2 n\theta = \varepsilon_1^2, \qquad \text{d'où} \qquad I = \frac{\varepsilon_1^2}{\varepsilon}, \qquad \theta = \frac{\varepsilon^2}{n\varepsilon_1^2}.$$

La difficulté était d'avoir un appareil étalonné donnant des indications en i^2 et assez sensible pour fonctionner sur le secondaire de la bobine. On pourrait prendre un électromètre idiostatique aux bornes d'une résistance convenable ou un appareil de Duddell; j'ai préféré prendre un simple fil d'alliage de platine et cuivre de 1^m de long, $0^{mm},02$ de diamètre et de 2000 ohms de résistance environ, le tendre légèrement dans un conducteur creux et mesurer ses variations de flèche avec un microscope à grande distance frontale. Pour avoir un grossissement suffisant en respectant cette dernière condition, indispensable pour éviter les perturbations statiques dues au verre de l'objectif, l'oculaire doit être placé sur un support éloigné de $2^m,50$ de l'objectif. Ce calorimètre a été étalonné préalablement au moyen du milliampèremètre même qui sert à la mesure de $\int i\,dt$.

Le nombre n d'interruptions par seconde est donné au moyen d'un dispositif stroboscopique.

J'ai commencé par prendre un tube Chabaud-Villard amené à 12^{cm} d'étincelle équivalente et j'ai fait varier la fréquence des interruptions. J'ai eu les chiffres suivants :

n.	ε.	ε_1^2.	p.	I.	θ.
	milliampère			milliampères	sec
84........	1	25	7,5	18	0,0005
42........	1	50	15	36	0,0005
21........	1	100	30	72	0,0005

p est le nombre de divisions du micromètre oculaire, duquel on déduit la valeur de ε_1^2.

La bobine employée dans cette expérience est une bobine de 45^{cm} d'étincelle, dont la période d'oscillation propre est d'environ 0,002 de seconde. J'ai ensuite pris une petite bobine de 25^{cm} d'étincelle et j'ai eu $\varepsilon_1^2 = 50$ pour $n = 42$ et $\varepsilon = 1$, ce qui donne encore $\theta = 0^{sec},0005$. La période d'oscillation de cette bobine est cependant comprise entre $0^{sec},001$ et $0^{sec},0007$, beaucoup plus courte que la précédente, et le temps pendant lequel passe la décharge dans le tube reste le même.

Ce temps, qui n'est changé ni par la valeur de I, ni par la période de la bobine, semble donc être une caractéristique d'un tube donné.

J'ai alors pris la grosse bobine et la fréquence de 42 interruptions par seconde et

j'ai étudié ce que devient le temps θ quand l'étincelle équivalente change; les chiffres obtenus sont les suivants :

Étincelle équivalente	6^cm	$\theta = 0{,}00067$^sec
» »	8	$\theta = 0{,}00058$
» »	9	$\theta = 0{,}00054$
» »	10	$\theta = 0{,}0005$

Au delà et jusqu'à 20^{cm} d'étincelle équivalente, limite extrême de ce qu'on peut atteindre sans danger pour le tube, le temps θ reste ensuite constant, au moins dans la limite des erreurs d'expérience.

M. Turchini (*Comptes rendus*, 15 mai 1905) a établi qu'un tube à rayons X atteignait, à partir de 10^{cm} d'étincelle équivalente, un régime permanent de puissance, au point de vue de la radioscopie et de la radiographie, c'est-à-dire que la puissance des rayons X qui en émanent, pour une intensité moyenne constante, est indépendante de l'étincelle équivalente au delà de 10^{cm}.

Les faits que je présente aujourd'hui prouvent que cette constance des effets extérieurs dus aux rayons X est intimement liée à une constance analogue du régime intérieur relatif à la décharge cathodique. Il est probable que c'est seulement pour l'étincelle équivalente de 10^{cm} que le phénomène cathodique pur se produit. A partir de ce moment le tube semble être caractérisé par un régime de décharge aussi bien déterminé que celui d'un circuit de condensateur.

Il semble que le tube à rayons X résiste jusqu'à une certaine valeur du potentiel dépendant de son degré de vide, puis qu'il se produit un phénomène disruptif qui déclenche le tourbillonnement de l'afflux cathodique et des rayons cathodiques. Ce tourbillonnement semble doué d'une période propre, à peu près indépendante du degré de vide à partir du moment où la décharge cathodique est pure.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la diminution de la radioactivité du polonium avec le temps*. Note de M^me Curie, présentée par M. P. Curie.

J'ai entrepris depuis environ dix mois une série de mesures en vue de déterminer la loi de la diminution de l'activité du polonium avec le temps.

Le polonium qui a servi pour cette étude a été préparé suivant la méthode

qui a été indiquée dans la première publication relative à sa découverte [1] et décrite plus en détail dans ma Thèse de doctorat. Il s'agit tout d'abord d'extraire du minerai le sel de bismuth qui y est contenu. Pour cela on précipite la solution chlorhydrique du minerai par l'hydrogène sulfuré, on sépare les sulfures, on les lave, on les dissout dans l'acide azotique dilué et l'on précipite la dissolution par l'eau. Le mélange de sous-nitrates et d'oxydes ainsi obtenu est traité par une solution de soude à l'ébullition qui enlève le plomb, l'arsenic et l'antimoine. En répétant les divers traitements indiqués on peut obtenir un oxyde de bismuth polonifère très pur. Pour concentrer le polonium on dissout cet oxyde dans l'acide azotique et l'on entreprend une série de précipitations fractionnées par l'eau, les portions précipitées le plus facilement étant celles où se concentre l'activité.

Une quantité convenable d'oxyde de bismuth polonifère d'activité moyenne (250 fois plus actif que l'uranium) a été disposée dans une cavité circulaire très peu profonde ménagée dans la partie centrale d'un disque métallique circulaire. La poudre d'oxyde qui remplit la cavité occupe ainsi sur le disque une surface bien déterminée. Le plateau radioactif ainsi constitué est soigneusement conservé et sa radioactivité est mesurée à des intervalles de temps convenables. L'intensité du rayonnement est évaluée par le courant de saturation produit dans un condensateur à plateaux et l'intensité de ce courant est mesurée par notre méthode ordinaire au moyen d'un électromètre accompagné d'un quartz piézoélectrique.

Voici les premiers résultats de ces mesures : l'intensité du rayonnement diminue en fonction du temps suivant une loi exponentielle simple. En désignant par I_0 l'intensité initiale, par I l'intensité au temps t, par a une constante, on trouve

$$I = I_0 e^{-at}. \tag{1}$$

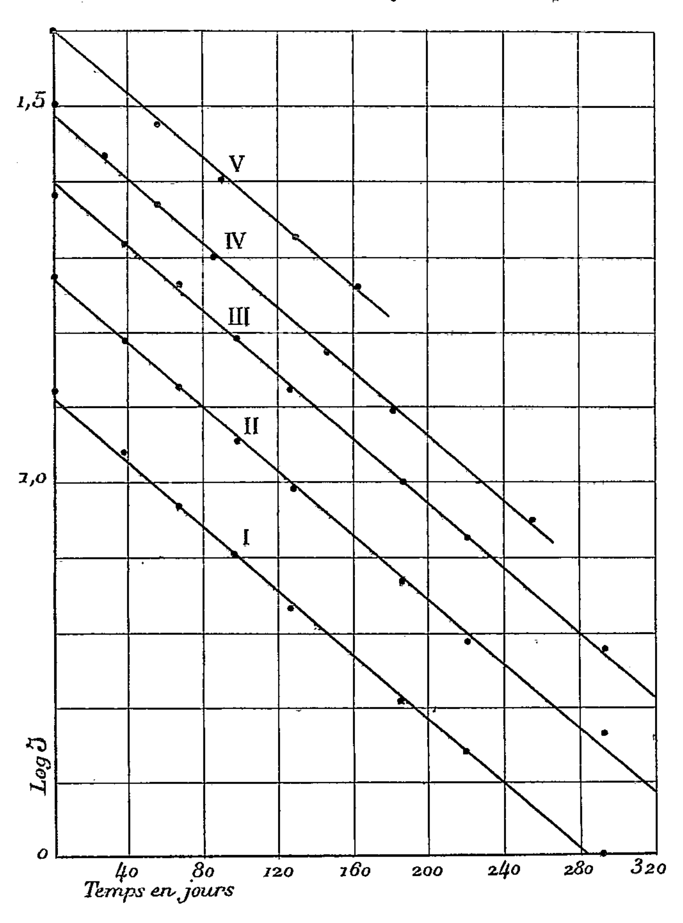
Si t est exprimé en jours, on a $a = 0{,}00495$; d'après cette relation l'intensité du rayonnement diminue de la moitié de sa valeur en un temps égal à 140 jours. Les écarts entre cette loi et les mesures ne dépassent pas 3 pour 100.

La représentation graphique des résultats est donnée par la figure ci-contre. La courbe V de cette figure a été obtenue en portant en abscisses le temps et en ordonnées log I. Cette courbe est une droite à l'approximation qui vient d'être indiquée.

---

(1) Curie, *Comptes rendus*, juillet 1898.

Il est à remarquer que les constantes qui définissent les propriétés radioactives des corps jouent un rôle absolument comparable à celui des longueurs d'onde des raies dans les spectres des éléments. Quand une matière radioactive est en très petite quantité mélangée à une matière inactive, les constantes déduites de l'étude de son rayonnement peuvent servir à la



caractériser sans ambiguïté. La constante a de la formule (1) est donc caractéristique du polonium.

La constante de temps que je viens de trouver pour le polonium apporte la preuve certaine que le corps étudié par M. Marckwald sous le nom de *radiotellure* est identique avec le polonium. Cette identité paraissait à peu près évidente d'après toutes les publications de M. Marckwald sur les propriétés du *radiotellure*. Elle est rendue certaine par ce fait que la constante que j'ai trouvée pour le polonium est bien la même que celle que M. Marck-

wald a récemment déterminée pour son *radiotellure*. M. Marckwald a trouvé en effet $a = 0,00497$ pour la valeur de a dans la formule ([1]).

Le polonium et le radiotellure sont donc bien une seule et même substance, et c'est évidemment le nom de *polonium* qui doit être employé, le polonium étant non seulement bien antérieur au radiotellure, mais étant même la première substance fortement radioactive découverte par M. Curie et moi au moyen d'une méthode de recherches nouvelle.

J'ai aussi utilisé la méthode de concentration employée par M. Marckwald, cette méthode est très commode. Elle consiste à plonger une lame de bismuth dans une solution chlorhydrique de sel de bismuth radioactif. Le polonium vient se déposer sur cette lame. J'ai employé des lames de platine recouvertes d'une couche mince de bismuth par électrolyse, et j'ai concentré le polonium sur ces lames. Elles sont très commodes pour l'étude de la radioactivité, car elles ne nécessitent pas les mêmes précautions que les plaques recouvertes d'oxyde en poudre. Les droites I, II, IV de la figure ont été obtenues avec de telles lames. La droite III est relative à une lame active enveloppée dans une feuille d'aluminium de $0^{mm},01$ d'épaisseur; elle indique donc la baisse avec le temps des rayons qui traversent cette épaisseur d'aluminium. Toutes ces droites sont parallèles.

Remarquons enfin qu'on ne peut nullement prétendre que le polonium ait les réactions du tellure plutôt que celles du bismuth. Il est vrai qu'en solution chlorhydrique il précipite partiellement par le protochlorure d'étain, mais d'un autre côté en présence du bismuth son sulfure est insoluble dans le sulfure d'ammonium et l'oxyde est insoluble dans une solution de soude bouillante. Pour connaître les réactions du polonium, il faudrait l'avoir à l'état pondérable. Aujourd'hui on peut dire seulement quelles sont ses réactions quand il est noyé dans certaines matières qu'il accompagne d'ordinaire.

CHIMIE MINÉRALE. — *Les sulfates des métaux rares.* Note de M. CAMILLE MATIGNON.

Dans le but de comparer quantitativement les propriétés des sulfates des métaux rares avec celles des sulfates mieux connus, j'ai déterminé la cha-

(1) MARCKWALD, *Jahrbuch der Radioactivität,* juillet 1905.

leur de formation de quelques-uns de ces sulfates à partir de l'acide et l'oxyde générateurs.

Préparation des oxydes. — Les oxydes de lanthane, praséodyme, néodyme et samarium, nécessaires pour ces déterminations, ont été préparés à partir des oxalates correspondants.

On n'obtient ces produits purs qu'en prenant certaines précautions. Il est nécessaire de précipiter l'oxalate dans une solution de nitrate et, de préférence, en liqueur légèrement nitrique; un oxalate formé par double décomposition avec un chlorure donnera toujours un oxyde contenant des traces de chlore (par suite de la formation d'oxalochlorures intermédiaires). La calcination des oxalates dans un moufle vers 800° laisse un résidu d'oxyde souillé par de petites quantités d'anhydride carbonique, très difficiles à éliminer complètement sous la seule influence de la chaleur; de là la nécessité de chauffer préalablement ces oxydes dans un courant d'hydrogène pur. Avec le lanthane, qui retient énergiquement ce gaz carbonique résiduel, je n'ai pas trouvé une composition constante pour le carbonate très basique obtenu.

Préparation des sulfates. — Les sulfates anhydres s'obtiennent commodément et sûrement en portant progressivement à la température du rouge sombre les oxydes mêlés avec un léger excès d'acide sulfurique. La marge de stabilité de ces sulfates anhydres entre 400° et 800° rend l'opération commode et permet d'éviter toute trace de sel acide ou de sel basique. Il en résulte, comme je l'ai fait remarquer depuis longtemps, que le dosage de ces éléments rares sous forme de sulfate constitue une méthode fort simple et très précise.

Chaleur de dissolution des sulfates. — Les sulfates anhydres bien pulvérisés et tamisés se dissolvent rapidement dans une grande quantité d'eau. Leur dissolution dans le calorimètre a été effectuée vers 15° avec un écart maximum de 2° en dessus ou en dessous.

Voici les résultats obtenus :

	Cal
$(SO^4)^3La^2$ sol. + Aq = $(SO^4)^3La^2$ diss..........	+34,6
$(SO^4)^3Pr^2$ sol. + Aq = $(SO^4)^3Pr^2$ diss..........	+36
$(SO^4)^3Nd^2$ sol. + Aq = $(SO^4)^3Nd^2$ diss..........	+36,5
$(SO^4)^3Sm^2$ sol. + Aq = $(SO^4)^3Sm^2$ diss..........	+38,8

Chaleur de dissolution des oxydes dans SO^4H^2 *étendu.* — Les oxydes se dissolvent facilement dans une liqueur sulfurique au quart de molécule par litre. Les chaleurs de dissolution trouvées expérimentalement vers 15° sont les suivantes :

	Cal
La^2O^3 sol. + $3SO^4H^2$ diss. = $(SO^4)^3La^2$ diss. + $3H^2O$..........	+117,6
Pr^2O^3 sol. + $3SO^4H^2$ diss. = $(SO^4)^3Pr^2$ diss. + $3H^2O$........	+106,5
Nd^2O^3 sol. + $3SO^4H_2$ diss. = $(SO^4)^3Nd^2$ diss. + $3H^2O$........	+106,4
Sm^2O^3 sol. + $3SO^4H^2$ diss. = $(SO^4)^3Sm^2$ diss. + $3H^2O$........	+ 97,4

Les deux groupes de résultats précédents permettent de tirer les conclusions suivantes :

	Cal
$3SO^4H^2$ sol. + La^2O^3 sol. = $(SO^4)^3La^2$ sol. + $3H^2O$ sol.........	+ 138,2
$3SO^4H^2$ sol. + Pr^2O^3 sol. = $(SO^4)^3Pr^2$ sol. + $3H^2O$ sol.........	+ 125,7
$3SO^4H^2$ sol. + Nd^2O^3 sol. = $(SO^4)^3Nd^2$ sol. + $3H^2O$ sol.........	+ 125,1
$3SO^4H^2$ sol. + Sm^2O^3 sol. = $(SO^4)^3Sm^2$ sol. + $3H^2O$ sol.........	+ 113,8

La fonction basique s'affaiblit depuis le lanthane jusqu'au samarium; elle diminue quand la masse atomique de l'élément métallique augmente.

Les oxydes des métaux rares, au point de vue de leur fonction basique, sont intermédiaires entre les oxydes alcalino-terreux et la magnésie; ils se rapprochent de l'oxyde de plomb.

En désignant par Q_1 et Q_2 les quantités de chaleur suivantes rapportées à des quantités de sulfate contenant deux valences de l'élément métallique, on a pu dresser un tableau comparatif :

$$SO^4H^2 \text{ sol.} + MO \text{ sol.} = SO^4M \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} + Q_1,$$
$$SO^3 \text{ sol.} + MO \text{ sol.} = SO^4M \text{ sol.} + Q_2.$$

	Q_1.	Q_2.
	Cal	Cal
Lanthane......................	46,1	65,1
Praséodyme....................	41,9	60,9
Néodyme.......................	41,7	60,7
Samarium......................	37,9	56,9
Calcium.......................	63,2	82,2
Baryum........................	83,3	102,3
Plomb.........................	42,2	61,1
Argent........................	36,4	55,4

Si l'on compare les nombres de la deuxième colonne, qui mesurent en quelque sorte la stabilité des sulfates sous l'influence de la chaleur, on voit que les points correspondants dans les courbes de dissociation en système monovariant des sulfates de lanthane et praséodyme d'une part, de néodyme et de samarium d'autre part, doivent présenter un écart de température se rapprochant de 70° à 80°.

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation rapide des solutions d'acide iodhydrique.* Note de M. F. **Bodroux**, présentée par M. Troost.

On prend un certain poids d'iode que l'on divise en deux parts égales. La première, traitée en présence de l'eau par le bioxyde de baryum, est transformée en iodure de baryum (Brodie)

$$BaO^2 + I^2 = BaI^2 + O^2.$$

La deuxième portion d'iode ayant été dissoute dans le liquide obtenu, on fait passer dans celui-ci un courant d'anhydride sulfureux jusqu'à décoloration. Il y a formation d'acide iodhydrique et de sulfate de baryum, qu'il est facile de séparer :

$$BaI^2 + I^2 + SO^2 + 2H^2O = SO^4Ba + 4HI.$$

Voici un mode opératoire qui m'a donné de bons résultats :

Dans 100g d'eau distillée tiède, tenant en suspension 60g de bioxyde de baryum, j'introduis de l'iode par portions de 4g ou 5g jusqu'à décoloration et, s'il est nécessaire, pour activer celle-ci, je chauffe doucement le mélange. Lorsque 50g d'halogène sont entrés en réaction, je filtre à la trompe et je lave à plusieurs reprises le ballon et l'excès de bioxyde de baryum avec une petite quantité d'eau distillée (en tout, 80g environ).

Dans une éprouvette haute et étroite, je place la liqueur recueillie et 50g d'iode qui, par agitation, se dissolvent rapidement. Je fais passer dans le liquide noir obtenu un courant d'anhydride sulfureux, fourni par l'un de ces cylindres métalliques que livre actuellement l'industrie. La masse s'échauffe légèrement et la décoloration est réalisée au bout d'une demi-heure.

Je filtre à la trompe sur du papier : la solution contient la presque totalité de l'iode mis en expérience (teneur en acide iodhydrique : 35 pour 100 environ) et des traces d'acide sulfurique; on la concentre par distillation.

Dans les conditions précédentes, la durée totale des manipulations ayant été de 3 heures, j'ai obtenu 140g de l'hydrate bouillant à 127° ($d = 1,67$). Cet hydrate ne peut être préparé sans avoir recours à la distillation. En effet, la solution iodurée d'iodure de baryum qui devrait lui donner naissance étant trop concentrée, la réaction ne se produit pas normalement. Le liquide s'épaissit, devient visqueux et dissout abondamment l'anhydride sulfureux tout en restant chargé d'iode. La décoloration est seule-

ment produite par une addition d'eau, mais il est impossible de séparer l'acide iodhydrique formé de l'acide sulfureux qui l'accompagne.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un alliage de thorium et d'aluminium.* Note de M. O. **Hönigschmid**, présentée par M. H. Moissan.

A la suite de recherches sur la préparation du siliciure de thorium $ThSi^2$ (1), j'ai été conduit à rechercher s'il ne pouvait pas se produire en même temps, dans les conditions de mes expériences, un alliage de thorium et d'aluminium. L'étude microscopique des culots obtenus dans l'action de l'aluminium sur le mélange de fluosilicate de potassium et de fluorure double de potassium et de thorium a montré, à côté de lamelles quadratiques de siliciure, des cristaux prismatiques hexagonaux allongés en fines aiguilles. Les essais directs m'ont permis de préparer ces cristaux en plus grande quantité, soit par combinaison directe de l'aluminium et du thorium dans le vide à haute température, soit par réduction au moyen de l'aluminium du fluorure double de thorium et de potassium. On les obtient aussi par la réduction de l'oxyde de thorium par l'aluminium au four électrique.

Les cristaux obtenus, séparés de l'aluminium par l'action de la potasse, présentent l'éclat métallique et la couleur de l'aluminium.

Ils brûlent dans le fluor et le chlore et sont attaqués par le brome et l'iode sans incandescence. Inaltérables à l'air, ils s'oxydent au rouge et brûlent avec un vif éclat. Ils sont attaqués par tous les acides minéraux; les solutions alcalines sont sans action sur eux, mais ils sont oxydés avec incandescence par la potasse, la soude et les carbonates alcalins en fusion.

Analyse. — Une certaine quantité de ces cristaux est dissoute dans l'acide chlorhydrique et le thorium précipité par l'acide oxalique est pesé à l'état d'oxyde; l'aluminium est précipité de la solution filtrée par l'ammoniaque après destruction de l'acide oxalique. Les résultats obtenus ont été les suivants :

	I.	II.	Théorie pour $ThAl^3$.
Th	73,9	74,3	74,1
Al	25,7	25,5	25,9

La composition de cet alliage répond donc à la formule $ThAl^3$.

La présence de petites quantités de cet alliage dans le siliciure de thorium, dont il

(1) *Comptes rendus,* t. CXLII, p. 157.

est impossible de le séparer par suite de la similitude de leurs propriétés, explique les chiffres un peu faibles trouvés dans les analyses pour le silicium.

Conclusions. — En résumé, ainsi que je l'ai montré antérieurement, la réduction au four électrique de l'oxyde de thorium par le silicium, la combinaison directe du siliciure et du thorium en présence de l'aluminium dans le vide à 1000° et enfin la réduction par l'aluminium d'un mélange de fluosilicate de potassium et de fluorure double de thorium et de potassium permettent de préparer un siliciure de thorium cristallisé en lamelles quadratiques dont l'aspect rappelle le graphite très pur et dont la composition répond à la formule $ThSi^2$.

Dans des conditions analogues, la réduction de l'oxyde de thorium par l'aluminium au four électrique, la combinaison directe de l'aluminium et du thorium dans le vide, ainsi que la réduction par l'aluminium du fluorure double de potassium et de thorium permettent de préparer un alliage de thorium et d'aluminiure cristallisé en longues aiguilles prismatiques hexagonales, possédant la couleur et l'éclat métalliques de l'aluminium et dont la composition répond à la formule $ThAl^3$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur les combinaisons halogénées des borates de baryum et de strontium.* Note de M. L. **Ouvrard**, présentée par M. Ditte.

Les borates de baryum et de strontium, pas plus d'ailleurs que ceux de calcium, ne donnent avec les halogènes de combinaisons analogues à celles que fournissent les métaux de la série magnésienne et dont la boracite naturelle est le type.

Tous nos essais pour obtenir avec les alcalino-terreux des composés correspondant aux boracites ont échoué, mais par contre nous avons pu préparer des borates halogénés présentant une composition plus simple.

Strontium. — Quand on soumet à la fusion, à l'abri de l'air et surtout de la vapeur d'eau, un mélange d'anhydride borique et de chlorure de strontium bien desséché, la masse soumise à un lent refroidissement laisse apparaître de fines aiguilles que l'on sépare aisément par lavage à l'eau froide. Ces aiguilles sont peu altérables, même par l'eau chaude, et résistent à l'action de l'acide acétique étendu. Elles agissent vivement sur la lumière polarisée et présentent des extinctions longitudinales. Elles répondent à la

formule

$$5B^2O^3, 3SrO, SrCl^2.$$

L'addition au mélange précédent d'oxyde de strontium, dans une proportion qui ne dépasse pas 1^{mol} pour 1^{mol} d'anhydride borique, donne encore le même produit, mais, le bain gagnant en fusibilité, les aiguilles se développent en prismes atteignant plusieurs millimètres de longueur.

Mais si l'on vient à augmenter la quantité d'oxyde de strontium, on voit se former pendant le refroidissement de larges lamelles, beaucoup plus altérables que les cristaux précédents, que l'on ne peut dégager qu'en partie par l'eau froide et qui ne tardent pas à perdre leur transparence et à changer d'aspect, avant que l'on ait pu, par des lavages suffisants, les débarrasser du chlorure de strontium qui les imprègne.

On peut, il est vrai, remplacer l'eau par l'alcool qui ne les altère pas, mais, étant donnée la faible solubilité du chlorure de strontium dans ce dissolvant, l'opération se prolonge au delà de toute mesure. Un autre moyen plus pratique nous a réussi. La masse à désagréger est suspendue dans un vase plein d'eau, à l'abri de l'air pour éviter l'action de l'acide carbonique, et le fond du vase est recouvert d'une couche suffisamment épaisse d'un liquide plus dense que l'eau et n'exerçant aucune action sur le composé formé, comme par exemple la glycérine. Les cristaux se désagrègent, tombent au fond du vase et sont soustraits par la glycérine à l'action hydratante du dissolvant.

Il suffit ensuite de recueillir les cristaux, de les laver rapidement à l'eau froide pour les débarrasser de la glycérine et des dernières traces de chlorure et de les sécher à l'abri de l'air.

Ce procédé simple et rapide nous a permis d'isoler, sans altération notable, des lamelles du borate B^2O^3, SrO. Elles sont altérables par l'eau et très solubles même dans l'acide acétique dilué. Si l'on n'a pas le soin de soustraire ces lamelles à l'action de l'eau dans le temps nécessaire à leur séparation, on voit leur aspect changer rapidement et en quelques heures leur masse se transforme en prismes volumineux, transparents, se ternissant à l'air et qui sont constitués par un borate hydraté

$$B^2O^3, SrO, 2H^2O.$$

En portant la dose d'oxyde de strontium à 3^{mol}, on isole, au moyen de la glycérine, le sel $B^2O^3, 2SrO$ en assez beaux prismes, très solubles dans les acides. L'eau, à leur contact, devient alcaline en se chargeant d'hydrate de strontiane et les transforme en cristaux d'un nouvel hydrate :

$$B^2O^3, SrO, 4H^2O.$$

En remplaçant dans les essais précédents le chlorure de strontium par le bromure, on obtient des résultats tout à fait comparables, c'est-à-dire la production, suivant les proportions d'oxyde, des composés :

$$5B^2O^3, 3SrO, SrBr^2 \quad \text{et} \quad B^2O^3, SrO \quad \text{ou} \quad B^2O^3, 2SrO,$$

les deux derniers se transformant sous l'action de l'eau en hydrates, comme nous venons de le voir précédemment.

L'iodure de strontium, chauffé à l'abri de l'air avec les précautions nécessaires pour limiter le plus possible sa décomposition, ne nous a fourni aucun composé iodé. Nous avons eu seulement les sels mono et bistrontiques.

Baryum. — Le baryum nous a donné des produits analogues à ceux du strontium, à cela près qu'ils cristallisent moins facilement et semblent plus altérables.

Avec le chlorure de baryum nous avons obtenu $5B^2O^3, 3BaO, BaCl^2$, en belles aiguilles, inaltérables par l'eau et solubles dans les acides.

En faisant varier les proportions, on peut séparer au moyen de la glycérine les sels B^2O^3, BaO et $B^2O^3, 2BaO$, que l'eau transforme en hydrates $B^2O^3, BaO, 2H^2O$ et $B^2O^3, BaO, 4H^2O$.

Le brome a donné de même $5B^2O^3, 3BaO, BaBr^2$, et les borates mono et bibasiques.

Enfin, avec l'iodure de baryum, nous n'avons eu aucun composé iodé.

En résumé, les borates de baryum et de strontium semblent entrer en combinaison avec le chlore et le brome moins facilement que les sels correspondants de calcium, puisque nous n'avons pu obtenir avec chacun d'eux qu'un seul composé halogéné.

Quant aux iodures alcalino-terreux, leur peu de stabilité semble leur interdire d'entrer en combinaison avec les borates de ces mêmes métaux, du moins dans les conditions de nos expériences.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les alcools α- et β-campholytiques.* Note de M. G. Blanc, présentée par M. A. Haller.

Le présent travail complète les données que j'ai fournies il y a plusieurs années sur la réduction de l'éther β-campholytique (isolauronolique) dans diverses conditions [1].

---

[1] Thèse de Doctorat, Paris, 1899.

1° *Alcool β-campholytique :*

```
     CH³  CH³
       \ /
        C
       / \
  CH²      C — CH³
   |       ||
  CH²——————C — CH²OH.
```

Cet alcool ne se forme que dans la réduction de l'éther par le sodium en milieux aqueux comme je l'ai déjà annoncé. Dans ces conditions, bien que la double liaison soit en αβ par rapport au groupe $CO^2C^2H^5$, elle n'est pas sensiblement hydrogénée. Je confirme le point d'ébullition 197° donné pour cet alcool.

2° *Alcool β-dihydrocampholytique.* — Celui-ci s'obtient par réduction de l'éther par le sodium et l'alcool avec un rendement d'environ 60 pour 100. L'acide, régénéré de la solution sodique, est constitué intégralement par l'acide dihydro-β-campholytique. Dans ce cas, la double liaison a subi la réduction à laquelle on devait s'attendre en vertu de sa position par rapport au carboxéthyle.

On obtient encore l'alcool dihydro-β-campholytique par la réduction de l'amide. Le rendement est beaucoup moins avantageux (20 à 25 pour 100). L'amide non réduite se retrouve à l'état d'amide dihydro-β-campholytique fusible à 165° et dans la solution sodique on trouve également une très petite quantité d'acide dihydro-β-campholytique.

L'alcool dihydro-β-campholytique est un liquide légèrement visqueux, incolore, bouillant à 198° :

$$n_D \text{ (à } 21°,5) = 1,4641, \qquad D^4_{21,5} = 0,9056.$$

On en déduit pour valeur de la réfraction moléculaire le nombre 43,25. Calculé 42,95.

Le pyruvate $C^8H^{15}.CH^2.O.CO.COCH^3$ est un liquide mobile, d'odeur pénétrante et peu agréable, bouillant à 140°-142° ($H = 17^{mm}$). Sa semicarbazone cristallise fort bien dans l'alcool et fond nettement à 158°.

Le chlorure $C^8H^{15}.CH^2Cl$ s'obtient avec un rendement médiocre par l'action à froid du pentachlorure de phosphore sur l'alcool. Il bout à 175°. Dans aucune condition il n'a pu fournir de dérivé magnésien, dont l'obtention, pour des travaux de synthèse partielle, était le principal but de cette étude.

3° *Alcool α-campholytique :*

```
           CH³  CH³
             \ /
              C
             / \
CH²OH.CH       C — CH³
        |      ||
       CH²—————CH
```

Cet alcool s'obtient, soit par réduction de l'éther, soit par réduction de l'amide par le sodium et l'alcool. Le premier procédé est de beaucoup préférable. Dans les deux cas la double liaison reste intacte, ainsi que le prévoit la théorie. L'alcool α-campholytique est un liquide visqueux bouillant à 200° :

$$n_D\,(\text{à } 23^\circ) = 1,4762,$$
$$D^4_{23} = 0,9273.$$

D'où $R_m = 42,60$. Calculé 42,55.

Son pyruvate $C^8H^{13}CH^2.O.CO.CO.CH^3$ ressemble au précédent; il bout à 143°-144° ($H = 17^{mm}$). Sa semicarbazone, caractéristique comme celle du pyruvate précédent, fond nettement à 137°.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de la réaction du milieu sur l'activité des diastases*. Note de M. **A. Fernbach**, présentée par M. L. Maquenne.

La Note présentée récemment à l'Académie par MM. L. Maquenne et E. Roux (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 124) m'amène à rappeler que j'ai signalé à plusieurs reprises l'influence capitale de la réaction du milieu sur l'activité des diastases ([1]), et à insister particulièrement sur ceux de mes travaux relatifs à la saccharification de l'amidon qui semblent le moins connus.

Dès 1896 (*Journ. of the fed. Inst. of Brewing*, mars 1896), j'avais attiré l'attention sur l'emploi de l'hélianthine comme moyen d'étudier la réaction de l'extrait de malt et montré que cet extrait, acide à la phtaléine, alcalin à l'hélianthine, se comporte vis-à-vis de ces réactifs comme le ferait un mélange de phosphate primaire et de phosphate secondaire de potasse.

Revenant sur cette question en 1899 (*Ann. de la Brasserie et de la Distillerie*, 5 septembre, 10 et 25 octobre 1899), je montre l'influence considérable de la réaction à l'hélianthine dans la saccharification par l'extrait de malt. Comme viennent de le faire MM. Maquenne et Roux, j'avais constaté dans ces recherches que, lorsqu'on fait agir de l'extrait de malt sur de l'amidon, la réaction naturelle est loin d'être la plus favorable et que c'est en modifiant l'alcalinité à l'hélianthine par addition d'acide qu'on arrive à activer la transformation.

Mais, tandis que MM. Maquenne et Roux ont eu pour but principal la production de la vitesse maxima pour des empois de diverses origines et

---

([1]) Voir ma Thèse de doctorat, *Recherches sur la sucrase*, 1890.

ont fait agir un grand excès d'un même extrait de malt sur une quantité d'amidon faible, je m'étais surtout attaché à étudier la vitesse de la réaction d'une très petite quantité d'amylase sur un excès d'amidon, dans des conditions qui ne m'ont pas permis d'observer le fait capital, mis en lumière par MM. Maquenne et Roux, d'une augmentation considérable dans la proportion de maltose produit.

Cette grande différence des conditions d'expérimentation explique peut-être pourquoi nous n'arrivons pas exactement au même résultat pour le point auquel nous fixons la réaction optima; en effet, tandis que j'avais indiqué pour cette réaction la neutralité exacte à l'hélianthine, MM. Maquenne et Roux montrent qu'en employant beaucoup d'extrait de malt une réaction franchement alcaline est la plus favorable.

L'observation de l'influence favorisante exercée par l'addition d'un acide sur la marche de la saccharification par l'extrait de malt est due à Kjeldahl, qui a indiqué l'existence d'une dose d'acide optima; mais je crois avoir le premier fourni l'explication de l'existence de cet optimum en montrant qu'il correspond presque exclusivement à la transformation par l'acide de phosphates secondaires gênants en phosphates primaires favorisants. En l'absence de ces sels, la moindre trace d'acide ou d'alcali devient gênante.

L'intérêt du rôle capital joué par la réaction vis-à-vis de l'hélianthine, c'est qu'il se présente avec un certain caractère de généralité. En effet, il n'est pas limité à la saccharification de l'amidon par l'amylase. Je l'ai signalé en 1900 avec M. L. Hubert (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1783 et t. CXXXI, p. 293) dans l'action de la diastase protéolytique du malt; là aussi, comme d'autres l'ont vérifié après nous [1], c'est la neutralité à l'hélianthine, correspondant à la transformation intégrale des phosphates secondaires en phosphates primaires, qui représente la réaction optima.

J'ajouterai enfin que, ces notions nous étant devenues depuis longtemps familières, nous n'avons eu garde, M. Wolf et moi, dans nos recherches sur la coagulation de l'amidon par l'amylocoagulase, d'omettre l'étude de l'influence de la réaction à l'hélianthine et que nous avons également constaté qu'elle joue là encore un rôle des plus importants.

---

(1) Voir Fr. Weis, *Compte rendu du laboratoire de Carslberg*, 1903, t. V, 3e livr.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Épreuve générale sur la nutrition amidée des plantes vertes en inanition de gaz carbonique.* Note de M. **Jules Lefèvre**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une série de Communications récentes, j'ai mis en évidence la croissance des phanérogames vertes à l'abri de CO^2, en sol *amidé* à dose non toxique (1); puis j'ai prouvé la réelle inanition des plantes en gaz carbonique sous l'influence de la baryte (2), l'inutilisation de ce gaz par les racines (3), l'augmentation de poids sec qui prouve la synthèse des amides par la plante verte (4), enfin l'arrêt de la croissance et de l'augmentation du poids sec, c'est-à-dire de la synthèse amidée, à l'obscurité (5).

Il convenait dès lors de grouper et de synthétiser tous ces importants résultats dans une même expérience qui fût, en quelque sorte, le schéma décisif et l'expression frappante de ce nouveau Chapitre de la Physiologie végétale. C'est ce que je viens de tenter et de réussir dans une épreuve générale effectuée pendant le mois de décembre 1905 et la première moitié de janvier 1906.

L'étude nouvelle que je présente a été réalisée sur la Capucine naine (*Tropæolum majus*, var. *nanum*).

Trois pots de culture A, B, C sont préparés. Ils ont été stérilisés par un séjour prolongé dans le four à 400°. Chaque pot reçoit 700g de sable siliceux de mer, lavé aux acides, puis à l'eau distillée et calciné au fourneau à moufle. Dans les terres de A et B on ajoute 0g,9 d'amides, à savoir : tyrosine 0g,06; oxamide 0g,06; glycocolle 0g,37; alanine 0g,37; leucine 0g,04. Enfin, chacune des terres A, B, C, détrempée à l'eau distillée bouillie, est minéralisée par la formule de Detmer (0g,86 par pot). Au total A et B sont amidées; C ne l'est pas.

D'autre part on a fait quatre lots de graines de même poids, aussi identiques que possible.

Les trois premiers lots servent à ensemencer A, B, C. Le quatrième servira de *témoin de pesées* à la fin de l'expérience.

Les trois pots de culture ensemencés sont aussitôt mis sous cloche en présence de

(1) J. Lefèvre, *Comptes rendus*, 17 juillet 1905.
(2) J. Lefèvre, *Comptes rendus*, 16 octobre 1905.
(3) J. Lefèvre, *Comptes rendus*, 16 octobre 1905.
(4) J. Lefèvre, *Comptes rendus*, 20 novembre 1905.
(5) J. Lefèvre, *Comptes rendus*, 11 décembre 1905.

la baryte [1]. Cloches, cristallisoirs, plaques de verre ont été préalablement lavés au sublimé. Pendant toute la durée de l'expérience (6 semaines) il n'y aura pas trace de moisissure.

Au *neuvième* jour, les germes sortent de terre à la fois dans les trois pots. On commence l'alimentation des cloches en oxygène et l'on suit la marche de la végétation, les mesures de taille se faisant sur l'échelle annexée à chaque cloche. Voici ce qu'on observe :

A et B (amidés) suivent un développement normal; au contraire, au bout de quelques jours, le lot C (non amidé) ralentit sa marche : la plupart des plantes restent naines, quelques-unes seulement s'allongent en filaments grêles avec feuilles minuscules [2].

D'ailleurs, au *vingt-quatrième* jour (c'est-à-dire après 15 jours sous cloche) les trois lots présentent les caractères suivants :

A, plantes robustes, bien proportionnées; taille 10^{cm}; chacune a 5 à 6 belles feuilles, larges et bien vertes;

B, id., taille 9^{cm} à 10^{cm}; 5 belles feuilles par pied;

C, plantes grêles, naines ou mal proportionnées; 4^{cm} à 8^{cm}; sur chaque pied 2 feuilles naines.

On met alors B à l'obscurité; A et C restant à la lumière.

Au bout de 16 jours (c'est-à-dire au quarantième jour de l'expérience totale) :

A (amidé, à la lumière) mesure 15^{cm} et possède 8 belles feuilles;

B (amidé, à l'obscurité) a refusé de grandir et commence à se flétrir;

C (sans amides, lumière) a allongé quelques tiges grêles, sans augmenter ni le nombre ni la taille de ses feuilles.

On arrête l'expérience. Les lots de plantules A, B, C, sont sortis de terre, toutes les racines et les graines avec leurs téguments étant soigneusement conservées. On les met à l'étuve sèche à 50° pendant 6 jours en même temps que le lot de graines *témoin* réservé depuis le début de l'expérience (lot D).

Ces quatre lots, pesés au milligramme, donnent les chiffres suivants [3] :

Poids secs de 5 graines ou de 3 plantules avec leur graine.

Lot témoin D	$0^g,320$	Poids initial.
Lot C (sans amides, lumière)	0,270	Perte de poids.
Lot B (amidé, obscurité)	0,330	Poids stationnaire.
Lot A (amidé, lumière)	0,390	Augmentation de poids.

(1) En raison de l'abondance de ces graines en albumen, les plantules n'exigent pas de phase de développement à l'air libre.

(2) Il apparaît ainsi que, pendant la phase même de nutrition par un albumen riche, la plantule ne peut se passer entièrement d'une source extérieure de carbone. Ici les amides du sol suffisent, pendant cette phase, pour permettre le développement de feuilles normales.

(3) Notons que ces poids contiennent le poids *mort* très important des enveloppes et des résidus de la graine.

Cet ensemble de faits et de résultats conduit, sans équivoque, aux importantes conclusions suivantes :

1° *Privées d'amides et de gaz carbonique* (lot C) *les plantules perdent une notable proportion de leur poids initial* (poids des graines). *Cette perte est celle de la respiration.*

2° *Absorbé par la baryte, le* CO^2 *de la respiration échappe à l'assimilation chlorophyllienne ;* la baryte tient donc bien les plantes en inanition de CO^2 ([1]).

3° *Pendant ce temps, en sol amidé et à la lumière* (lot A), *malgré l'inanition de* CO^2, *les plantules se développent, augmentent leur poids sec, font une importante synthèse de principes immédiats aux dépens des amides du sol.*

La recette *nette* apparaît ici égale à $0^g,390 - 0^g,320 = 0^g,07$. Mais la recette qui nous intéresse ici, c'est la recette *brute* aux dépens des amides, qui s'obtient en ajoutant à la précédente la perte respiratoire. Cette recette brute atteint et dépasse même $0^g,390 - 0^g,270$ ou $0^g,120$ ([2]).

4° *Au contraire, bien que développées encore en sol amidé, mais mises à l'*obscurité *après quelques jours de lumière, les plantules n'augmentent ni leur taille ni leur poids sec* ([3]). *La synthèse des amides exige donc la lumière et apparaît ainsi comme un travail chlorophyllien.*

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouveau Champignon parasite,* Trematovalsa Matruchoti, *causant le chancre du Tilleul.* Note de M. **Nicolas Jacobesco**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Le Tilleul argenté (*Tilia argentea*) des forêts de la plaine de Valachie est actuellement ravagé par un redoutable Champignon parasite qui, à ma

---

([1]) Nous avons déjà vu (*Comptes rendus,* 16 octobre 1905) que cette efficacité de la baryte s'affirme encore alors même que la terre dégage une certaine quantité de gaz carbonique.

([2]) La recette dépasse $0^g,120$, parce que la perte respiratoire du lot A dépasse certainement la perte respiratoire du lot témoin C qui est resté chétif.

([3]) Elles ont cependant conservé et même légèrement augmenté leur poids initial, en d'autres termes la perte respiratoire a été compensée par les recettes faites pendant la phase d'exposition à la lumière. Des épreuves antérieures (*Comptes rendus,* 11 décembre 1905) nous ont déjà montré d'ailleurs que, pendant l'obscurité même, le bilan du poids sec se chiffre non par un gain, mais par une perte légère.

connaissance, n'a pas encore été signalé et décrit, et dont je poursuis l'étude depuis plus de deux années.

Ce parasite est un Ascomycète du groupe des Sphæriacées; comme il présente des caractères intermédiaires entre les *Trematosphæria* et les *Pseudovalsa*, je suis amené à en faire le type d'un genre nouveau *Trematovalsa*, et je donne à l'espèce qui fait l'objet de cette étude le nom de *Trematovalsa Matruchoti*.

Sur le tronc des arbres qui n'ont pas encore leur rhytidome, ainsi que sur les grosses branches, apparaissent d'abord de petites fentes longitudinales, en forme de boutonnière, noires en leur milieu. La fente s'élargit de plus en plus et d'autres apparaissent à côté d'elles; ensuite, comme le bois s'hypertrophie, l'écorce crève perpendiculairement à la direction des fentes et le chancre prend naissance.

Situé d'abord d'un seul côté du tronc, à la fin il devient circulaire; à cet état, toute la surface du chancre est recouverte de tissus nécrosés noirs. Puis la nécrose de l'écorce gagne le bois, progressant de la périphérie vers le centre; il en résulte qu'au point attaqué l'arbre offre de moins en moins de résistance aux chocs ou à l'action du vent, et qu'il s'abat à la moindre poussée. La section du tronc à l'endroit du chancre ressemble beaucoup à celle du chêne mort à la suite de l'attaque de l'*Aglaospora taleola*.

Le parasite s'introduit aussi par les branches brisées ou coupées dans les élagages et provoque l'hypertrophie du bois du tronc à l'endroit de la blessure. L'emplacement de celle-ci se creuse en entonnoir, et le tissu de néoformation de l'écorce limite un chancre qui va se creusant et s'élargissant de plus en plus.

Dans les petites fentes et surtout dans les chancres, on observe un abondant mycélium jaune de miel. Ce mycélium donne naissance à diverses formes imparfaites de reproduction, mais aussi, au printemps, surtout sur les bords des chancres âgés, à des groupes de pustules noires, qui sont le *stroma* à périthèces.

Il y a des périthèces profonds, de forme irrégulière, terminés par un long col cylindrique qui ne fait pas saillie au-dessus du tissu attaqué; mais ils peuvent devenir superficiels et sont alors de forme plus ou moins globuleuse, à col très court en forme de papille ou mamelon, ou même dépourvus de col. L'ostiole, ronde, est creusée en entonnoir. La paroi, noire, charbonneuse, d'épaisseur inégale, peut dans les périthèces profonds devenir membraneuse et d'un brun très clair ou même manquer totalement à la partie inférieure.

Les périthèces sont tantôt isolés et alignés l'un à côté de l'autre, ayant l'aspect de niches s'ils sont profonds, de petites poires s'ils sont superficiels, tantôt réunis plusieurs ensemble, au moins à la base, par un stroma charbonneux très réduit, tantôt enfin complètement soudés, à cavités confluentes mais à cols séparés.

Les asques sont cylindriques, à double contour, accompagnés de paraphyses; ils renferment huit spores fusiformes, d'un brun olivâtre ou jaunâtre, divisées transversalement en quatre cellules contenant chacune une grosse goutte d'huile.

A ces caractères de genre, il convient de joindre les caractères suivants de l'espèce *T. Matruchoti* :

Les périthèces formés dans les crevasses du tissu hospitalier nécrosé en épousent le contour irrégulier, et présentent souvent un col aussi long que le ventre, parfois oblique par rapport à celui-ci. Les périthèces superficiels sont plus ou moins en forme de poire ou, sur la section longitudinale, en losange. Les dimensions du périthèce sans col sont : hauteur 90^{μ}-320^{μ}, largeur 80^{μ}-230^{μ}; épaisseur de la paroi carbonacée 10^{μ} en moyenne. Les asques, formés sur tout le pourtour de la paroi et confluant vers le centre de la cavité, ont 65^{μ}-80^{μ} sur 6^{μ}. Les paraphyses sont filiformes, de longueur égale ou supérieure à celle des asques.

Les spores ont 14^{μ}-16^{μ}.

Sur les mêmes arbres, à la surface des tissus de néoformation des chancres et dans leur voisinage, après la disparition des périthèces, j'ai observé la forme spermagoniale (*Phoma Tiliæ*) et, à la surface de l'épiderme des branches mortes portant des chancres, la forme à pycnides (*Cytospora Tiliæ*) formant de petites pustules ponctiformes brunes.

Par la structure du périthèce et des spores et aussi par l'existence de périthèces réunis plusieurs ensemble par un stroma noir, le genre nouveau *Trematovalsa* ressemble aux *Pseudovalsa* à spores sans appendices ([1]).

Par la présence des pycnides, le Champignon ressemble aux Valsées et au genre *Valsaria* des Mélanconidées.

Enfin, par la variété des périthèces sans stroma et surtout par le caractère qu'ils ont de devenir, de profonds, superficiels, il se rapproche beaucoup du genre *Trematosphæria*. Ainsi, par la forme des asques et des spores et aussi par l'arrangement de ces dernières dans l'asque, le *Trematovalsa Matruchoti* ressemble au *Trematosphæria pertusa* Fuck.

Il pourrait donc être regardé comme une forme de transition entre trois familles du groupe des Sphæriacées : les Mélanconidées, les Valsées et les Amphisphæriacées.

([1]) A la vérité, je n'ai pas encore observé la forme Mélanconiée qui caractérise ce genre; cependant, sur le bord d'un chancre à périthèces, sous le périderme de l'écorce, j'ai vu se former un réceptacle qui n'a pas encore produit de spores, mais qui est plein d'un stroma blanc olivâtre très fin, dense, à fond noir. J'ignore encore si c'est un début de forme Mélanconiée.

ZOOLOGIE. — *Les coupures génériques de la famille des* Bradypodidæ (*le genre* Hemibradypus *nov. g.*). Note de M. **R. Anthony**, présentée par M. Edmond Perrier.

On divise actuellement la famille des *Bradypodidæ* ou Paresseux en deux genres caractérisés ainsi :

Choloepus Illig. : Extrémités antérieures munies de deux griffes; extrémités postérieures munies de trois griffes. Molaires antérieures de grande taille, isolées par un diastème, ayant la forme de canines. Perforation sus-épitrochléenne à l'humérus.

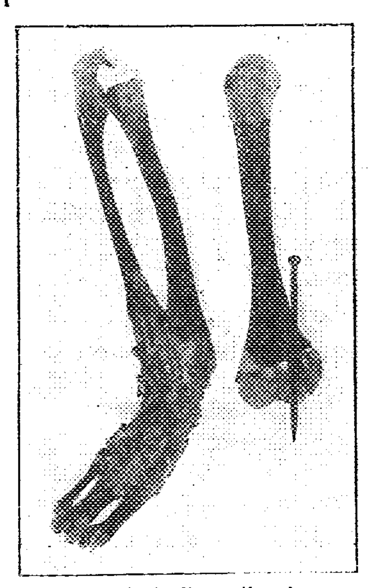
Bradypus Linné : Extrémités antérieures et postérieures munies de trois griffes; molaires toutes semblables, les antérieures plus petites. Pas de perforation sus-épitrochléenne à l'humérus.

En 1849, Gray [*Notes on the genus* Bradypus Linnæus (*Proceed. zool. Soc.*)] constitua aux dépens du genre *Bradypus* Linné un troisième genre de *Bradypodidæ,* le genre *Arctopithecus* Gray, qu'il différencia par ses ptérygoïdes compacts et comprimés des genres *Cholœpus* Illig. et *Bradypus* Linné dont les ptérygoïdes sont renflés et vésiculaires. A ce genre, Gray rapporta la presque totalité des Paresseux à trois doigts limitant à deux espèces (qui très vraisemblablement rentrent toutes deux dans le *Bradypus torquatus* Illig.) le genre *Bradypus* Linné. La subdivision du genre *Bradypus* Linné proposée par Gray n'est plus admise aujourd'hui (Flower et Lyddekker, *Mammals living and extinct;* London, 1891. — Trouessart, *Catalogus mammalium,* etc.) et l'on s'en tient aux deux seuls genres énoncés au début.

Ayant entrepris depuis 1902 des recherches sur les Édentés, j'ai eu l'occasion d'étudier un jeune Paresseux à 3 doigts que m'avait confié mon maître Marey et qui faisait partie de la petite réserve de matériaux destinés aux études anatomiques que possédait son laboratoire. Je n'ai jamais pu savoir sa provenance exacte. Cet animal était de sexe mâle; il mesurait, en extension maximum, du trou auditif à la terminaison du coccyx, 175^{mm}. Ses caractères principaux étaient les suivants : 1° fourrure composée de poils très longs, surtout dans la région dorsale, d'une couleur jaune brun à peu près uniforme; 2° ptérygoïdes renflés et vésiculaires; 3° perforation sus-épitrochléenne de l'humérus livrant passage à un nerf et à des vaisseaux; 4° réduction très marquée du doigt 4. Un squelette de jeune Paresseux à 3 doigts, à peu près de même taille, monté aux galeries d'Anatomie comparée du Muséum, étiqueté *Bradypus tridactylus* Linné (A.3117), présente

ces mêmes caractères qu'on ne retrouve pas chez les autres Paresseux à 3 doigts, de même âge ou même paraissant plus jeunes.

Le fait que la subdivision du genre *Bradypus* par Gray n'est basée que sur un détail anatomique du crâne (ptérygoïdes) l'a fait rejeter par la presque unanimité des auteurs. On peut en outre reprocher à Gray le choix des noms qu'il donne aux genres qu'il a établis; il semble en effet évident que l'animal décrit par Linné sous le nom de *Bradypus tridactylus* (*Systema Naturæ*, 12ᵉ édit., 1766, p. 50-51) était bien nettement ce que Gray a appelé *Arctopithecus*. On ne voit pas le motif qui a pu lui faire changer la dénomination donnée par Linné surtout pour la remplacer par celle d'*Arctopithecus* employée la première fois par Gesner (*Icon. Anim. Quadr.*, 1560) qui croyait avoir affaire à un singe et n'a donné d'ailleurs sur le Paresseux à 3 doigts aucun détail précis.



Membre antérieur droit d'*Hemibradypus* nov. gen.
L'humérus montre sa perforation sus-épitrochléenne. La deuxième phalange du doigt 4 montre sa réduction de diamètre.

Les coupures génériques que nous proposons pour la famille des *Bradypodidæ* sont les suivantes :

1° *Cholœpus* Illig. Extrémités antérieures munies de 2 griffes; extrémités postérieures munies de 3 griffes. Molaires antérieures de grande taille, isolées par un diastème, ayant la forme de canines. Ptérygoïdes renflés et vésiculaires. Perforation sus-épitrochléenne à l'humérus. Fourrure longue de couleur foncée sans tache de feu entre les épaules.

2° *Hemibradypus* nov. gen. : Extrémités antérieures et postérieures munies de 3 griffes. Molaires toutes semblables, les antérieures petites. Ptérygoïdes renflés et vésiculaires. Perforation sus-épitrochléenne à l'humérus. Réduction très marquée du doigt 4. Fourrure longue de couleur assez foncée, sans tache de feu entre les deux épaules (voyez figure).

A ce genre doit être identifié, à mon avis, le genre *Bradypus*, établi par Gray d'après les seuls caractères craniens. Le Muséum d'Histoire naturelle de Paris ne possédant pas de squelette de *Bradypus torquatus* Illig., la seule espèce constituant vraisemblablement ce genre, et aucune figuration n'en existant, à mon su du moins, l'identification absolument certaine ne peut être faite. La question ne sera définitivement tranchée que lorsqu'on connaîtra le squelette du membre antérieur du *Bradypus torquatus* Illig. (Il n'est pas tenu compte du genre *Scaeopus* Peters, insuffisamment caractérisé).

3° *Bradypus* Linné : Extrémités antérieures et postérieures munies de 3 griffes. Molaires toutes semblables, les antérieures petites. Ptérygoïdes comprimés et compacts. Pas de perforation sus-épitrochléenne. Les trois doigts sensiblement égaux. Fourrure plus courte, d'un ton plus clair, présentant souvent (au moins chez le mâle, d'après Gray) une tache de feu à poils courts entre les deux épaules.

Il répond à l'*Arctopithecus* de Gray.

Par l'ensemble de ses caractères, le genre *Hemibradypus* nov. gen. fait, ainsi que j'ai voulu l'indiquer en le nommant, le passage très net du *Cholœpus* Illig. au *Bradypus* Linné.

ZOOLOGIE. — *Contribution à la morphologie générale des Protozoaires supérieurs*. Note de MM. J. Kunstler et Ch. Gineste, présentée par M. Alfred Giard.

La famille des Opalinides a été créée, en 1867, par Stein, aux dépens de remarquables Infusoires holotriches, dépourvus de bouche, de tube pharyngien et d'anus. Le genre *Opalina* Purkinje et Valentin (1835), type de cette famille, est constitué par onze espèces diverses.

L'*Opalina dimidiata* Stein se dérobe au criterium familial ; il possède une constitution en désaccord avec la caractéristique rappelée plus haut.

Cet être pleuronecte présente, à l'extrémité antérieure de son bord ventral, une petite dépression prostomienne, à laquelle aboutissent les séries longitudinales de cils, et

qui peut être plus ou moins hermétiquement fermée par contraction. A cette fente externe fait suite un tube œsophagien, dont la paroi est d'une extrême minceur, et qui se dirige vers l'axe du corps pour s'enrouler rapidement en spirale. Vu la délicatesse de cet appareil, il est fort difficile de le bien voir. En avant de la fente buccale et, par conséquent, plus près de l'extrémité rostrale antérieure, mais en contact avec elle, existe une dépression cupulaire, au fond de laquelle s'insère un certain nombre de très longs cils, d'aspect flagelliforme, caractéristiques de la région antérieure de l'Opaline. En un point du fond de la cupule se voit fréquemment l'origine d'un conduit membraneux et délicat qui semble aller en se ramifiant dans le corps et dont le rôle est, sans doute, excréteur. Enfin, à la base de cette dépression et avec une grande constance, se voit un corpuscule très chromophile qui semble être traversé en partie par l'œsophage et en autre partie par l'origine du conduit ramifié. A l'extrémité postérieure du corps se voient souvent des sortes de papilles plus ou moins saillantes ou rétractées, paraissant servir à la fixation et au milieu desquelles se trouve un orifice anal d'où part un court conduit rectal.

L'ensemble de ces faits, s'appliquant à une Opaline, ne saurait manquer de présenter un sérieux intérêt qui s'augmente encore de la constatation que les dispositions signalées ici corroborent d'une manière caractéristique certaines données de morphologie générale que l'un de nous a établies autre part.

Pour certains Flagellés (*Cryptomonas*, *Trichomonas*, etc.), l'on sait qu'à l'extrémité antérieure du corps se trouve une cupule flagellifère recevant le conduit évacuateur de la vésicule contractile sur laquelle se trouve même souvent un point oculiforme. Au-dessous de cette cupule, une fente buccale donne entrée dans une poche ou un tube œsophagien. Enfin, de la poche part un tractus fibreux aboutissant à l'extrémité postérieure du corps, sur la véritable nature duquel nous avons été longtemps hésitants. Dès 1889, l'un d'entre nous a vu ce faisceau se décomposer en fibres allant s'insérer vers les lèvres de l'échancrure buccale (1). Récemment, nous avons découvert, chez le *Balantidium entozoon* (2), un tractus analogue, dont le rôle nous paraît, du reste, ressortir d'une petite expérience facile à faire (3).

(1) *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique,* 1889, Pl. VIII, fig. 5.

(2) Simple remarque sur la constitution du *Balentidium entozoon* (*Comptes rendus Soc. biol.,* 1903).

(3) En essayant des colorations vitales, nous avons bien vu les individus observés, arrivant au contact de la matière colorante, rétracter violemment leur poche prébuccale et la vider par un véritable tourbillon projeté en avant. Il paraît probable que la contraction brusque de ce réseau fibreux a amené cet effet.

D'après ce qui précède, non seulement certains Flagellés et Ciliés offrent une constitution fondamentale plus ou moins analogue, mais encore les connexions réciproques des diverses parties semblables ne paraissent pas varier d'une façon très considérable. Un trait d'union nouveau et indéniable est ainsi établi entre deux grands groupes de Protozoaires qui paraissaient séparés par une lacune difficile à franchir. Les Flagellés et les Ciliés sons unis par les liens d'une étroite parenté. Nul doute qu'ils ne dérivent d'une souche commune qu'il ne nous paraît pas impossible de reconstituer d'une façon approchée. Ces importantes considérations trouveront le développement qui leur convient dans un prochain Mémoire consacré à la morphologie des êtres inférieurs.

ZOOLOGIE. — *Sur l'anatomie et l'histologie des Ixodes.* Note de M. A. **Bonnet**, présentée par M. Alfred Giard.

Cette Note se rapporte à l'étude de l'œil et des glandes venimeuses des *Ixodidæ* ainsi qu'à celle de certains organes particuliers de ces Acariens dont la signification n'a pas encore été établie jusqu'à maintenant.

I. *Aire poreuse.* — On sait qu'à la face dorsale, vers la base du rostre, on trouve chez les femelles des *Ixodidæ* deux dépressions finement ponctuées appelées *aires poreuses.* Les auteurs se sont contentés de les signaler sans en indiquer la nature exacte; je crois pouvoir conclure de mes observations que ces deux fossettes représentent un organe sensoriel.

Sur les coupes l'aire poreuse se montre constituée par une série d'ouvertures ou pores qui traversent la chitine de part en part et dont l'ensemble rappelle exactement l'aspect d'une passoire. Au-dessous de chaque ouverture se trouve une cellule nerveuse ovoïde avec un noyau central. Les cellules nerveuses se terminent du côté dorsal par un court prolongement en forme de bâtonnet qui s'engage dans les ouvertures de l'aire poreuse. Par leur autre extrémité elles se rattachent à un faisceau de fibrilles nerveuses qui vient s'étaler largement en forme d'éventail à la face inférieure de l'organe. Le nerf peut se suivre assez facilement sur des coupes en série jusqu'à la région latéro-antérieure du cerveau, où se trouve son point d'origine.

En raison de sa structure, il ne paraît pas douteux que l'aire poreuse ne représente un organe sensoriel qui peut être rapproché des organes lyriformes et analogues des Arachnides. Toutefois, il y a une spécialisation plus marquée, puisque cet organe n'existe que chez les femelles.

II. *Œil.* — Les yeux des Ixodes sont du type des yeux simples, c'est-

à-dire qu'ils sont constitués par une lentille ou cristallin, un corps vitré et des cellules rétiniennes.

La lentille enchâssée dans la chitine de l'écusson, dont elle n'est qu'une simple différenciation, est blanche, hyaline et fortement bombée; chez *Hyalomma affine* Neumann, elle mesure 150$^\mu$ d'épaisseur sur 100$^\mu$ de diamètre. Elle ne présente pas de disposition en lamelles concentriques, mais elle offre des stries perpendiculaires à sa surface, qui sont nombreuses et accentuées par un pigment noir contenu dans le cristallin.

Au-dessous du cristallin, l'hypoderme se prolonge pour former le corps vitré constitué par des cellules basses comprimées. Ce corps est limité par une zone circulaire de cellules hautes correspondant à la zone irisée ou tapis des Arachnides.

La partie rétinienne comprend un petit nombre de cellules nerveuses ovoïdes, de grandes dimensions (30$^\mu$ sur 20$^\mu$), à noyaux postérieurs, comme dans les yeux nocturnes des Araignées et dans ceux des Opilionides.

Je n'ai trouvé de pigment coloré ni entre les cellules rétiniennes, ni sur les bords du corps vitré, comme on le voit d'une façon constante chez les autres Trachéates.

On voit donc que les yeux des Ixodes s'écartent par certaines dispositions de ceux des Arachnides et qui sont caractérisées : 1° par la grande épaisseur de la lentille et la forte courbure du cristallin ; 2° par la présence de pigment noir dans le cristallin ; 3° par l'absence de pigment entre les cellules rétiniennes et dans la zone irisée ; 4° par la grande dimension des cellules nerveuses.

III. *Glandes venimeuses*. — Entre les alvéoles pluricellulaires des glandes salivaires on trouve un certain nombre de cellules pyriformes volumineuses, qui se distinguent des autres cellules glandulaires par leur affinité pour les colorants acides.

En étudiant ces cellules à différents stades, j'ai reconnu qu'elles constituent des glandes unicellulaires, qui débouchent dans les conduits salivaires par un court canal. Ces glandes sont localisées exclusivement sur les gros troncs des canaux excréteurs. Je considère ces éléments histologiques comme des glandes venimeuses; elles sont du reste beaucoup plus nombreuses chez les *Argas* que chez les Ixodes, ce qui peut expliquer assez aisément, par rapport à ces derniers, l'irritation plus grande que cause la piqûre de l'*Argas*.

A l'état de repos, c'est-à-dire chez des individus détachés de leur hôte depuis un certain temps, le noyau de ces cellules est régulier, arrondi et nettement limité. Au moment de l'activité sécrétrice, la membrane nucléaire disparaît et le noyau émet des prolongements irréguliers surtout du côté de l'ouverture de la glande. Ces prolongements se détachent de la masse centrale et se fractionnent en granulations nucléaires qui sont tout à fait identiques aux grains vénogènes observés dans les glandes à venin des Arthropodes et des Ophidiens.

Le cytoplasme est éosinophile et finement granuleux. Toutefois, autour du noyau et

des granulations nucléaires, il présente une zone hyaline de faible densité plasmatique; cette zone est plus ou moins étendue suivant l'importance de la masse de chromatine qui y est contenue. Les granulations chromatiques paraissent se dissoudre dans le cytoplasme et le modifier en vue de l'élaboration des substances toxiques.

Il m'a paru intéressant de signaler ces émissions nucléaires qui jouent sans doute ici un rôle d'une haute importance dans les phénomènes de la sécrétion, et participent vraisemblablement à la formation du venin dans la glande, ainsi que l'a montré Launoy dans ses recherches sur les glandes venimeuses.

EMBRYOLOGIE. — *Sur l'effet des injections d'extrait de glande interstitielle du testicule sur la croissance.* Note de MM. **P. Ancel** et **P. Bouin**, présentée par M. Alfred Giard.

Les animaux dont nous nous sommes servis pour étudier l'effet sur la croissance des extraits de glande interstitielle du testicule ont été de jeunes cobayes mâles, au nombre de 12. Nous avons divisé ces animaux en trois lots de 4 cobayes chacun. Les animaux du premier lot ont été conservés comme témoins; ceux du second ont été castrés et ont été aussi conservés comme témoins; ceux du troisième ont été castrés et ont reçu tous les deux jours une injection sous-cutanée d'extrait de glande interstitielle. Ces expériences ont été poursuivies du 31 mars au 27 juin. Les cobayes ont été pesés régulièrement tous les 8 ou 10 jours, le matin et à jeun. Ils ont tous vécu ensemble dans une grande cage et se sont trouvés dans des conditions absolument identiques.

En comparant la courbe des poids appartenant aux cobayes pesant approximativement le même poids vers le début de l'expérience (un peu moins de 200^g), nous constatons que cette courbe diffère dans chaque lot. Si nous établissons des moyennes, nous voyons que l'augmentation de poids a été de 320^g chez les normaux, 266^g chez les castrés, 306^g chez les castrés injectés. Les pesées ont montré que la croissance s'est faite régulièrement; les cobayes n'ont été malades ni les uns ni les autres. Ces premières constatations nous amènent donc à formuler ces deux conclusions :

1° Le développement des jeunes cobayes castrés est plus lent que celui des cobayes normaux de même âge;

2° Les injections d'extraits de glande interstitielle du testicule activent très notablement le développement des jeunes cobayes castrés, mais celui-ci n'atteint pas la normale.

Si l'on compare l'augmentation de poids des cobayes normaux et castrés à partir du moment où ils pèsent 400g à 450g, on s'aperçoit que ce sont au contraire les cobayes castrés qui augmentent de poids le plus rapidement. Un nouveau facteur intervient alors. On sait en effet que les animaux castrés engraissent plus rapidement que les entiers; l'augmentation de poids ne signifie plus croissance rapide, mais accumulation de tissu adipeux. Cette accumulation commence à se manifester chez les cobayes pesant 400g à 450g. Par conséquent, au-dessus de ces chiffres, les poids ne traduisent plus la croissance. C'est ce qui explique pourquoi nous avons cru devoir arrêter nos expériences à partir de ce moment.

Par conséquent, les injections d'extraits de glande interstitielle du testicule faites à de jeunes cobayes castrés agissent fortement sur la nutrition générale de ces sujets. Elles activent la croissance, qui devient presque normale, tandis que celle des cobayes castrés non injectés est sensiblement plus lente. Elles semblent donc pouvoir suppléer, en partie du moins, le testicule absent.

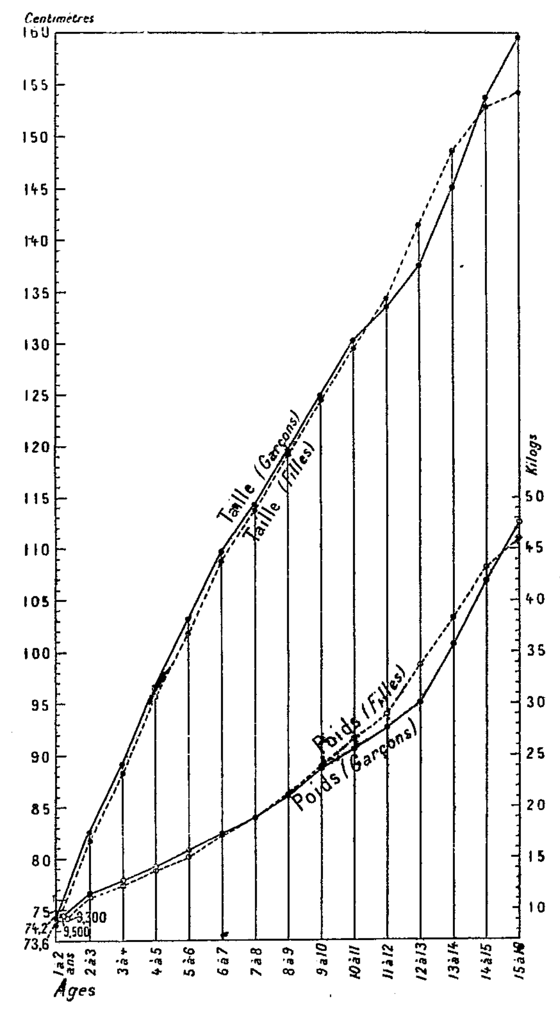
STATISTIQUE. — *Tables de croissance dressées en 1905 d'après les mensurations de 4400 enfants parisiens de 1 à 15 ans.* Note de MM. **Variot** et **Chaumet**, présentée par M. A. Gautier.

Il n'existe pas en France de Tables de croissance d'ensemble pour les enfants de 1 à 15 ans. Dans le but d'obtenir des moyennes stables nous nous sommes astreints à mesurer la taille et le poids d'au moins 100 enfants de chaque sexe pour chaque année d'âge. Le plus souvent le chiffre de 100 a été fortement dépassé et nos moyennes ont été calculées d'après un plus grand nombre de garçons ou de filles.

Toutes les mesures pour la taille et le poids ont été enregistrées à l'aide d'un pédiomètre spécial et toujours par la même personne. Cet instrument se compose d'une balance à curseurs mobiles, balance sensible à 10g et pesant jusqu'à 100kg. Elle est munie d'une toise graduée en millimètres, fixée sur le plateau de la balance et mobile par une articulation de manière à permettre de mesurer les enfants debout ou couchés. Sauf pour les enfants au-dessous de 2 ans la taille a été prise debout.

Nous avons éliminé des résultats qui suivent les sujets étrangers, les malades et les anormaux. Nos recherches de pédiométrie ont porté sur les enfants fréquentant à Paris les crèches, les dispensaires, les écoles mater-

nelles, les écoles communales, les orphelinats, les enfants assistés, les consultations des hôpitaux, les écoles professionnelles pour les enfants de 12 à 15 ans. Nous avons pris nos mesures dans le neuvième arrondis-



Courbes représentant l'accroissement en taille et en poids de 1 à 16 ans, chez les garçons et les filles, à Paris.

sement (quartier aisé, Opéra) et dans le vingtième (quartier populeux de Belleville).

La grande majorité des enfants résidant à Paris sont nés de parents venant de toutes les parties de la France. Les vrais Parisiens sont en minorité.

TABLEAU A. — *Tailles et poids moyens de la première à la seizième année.* (4400 *enfants des écoles de Paris, crèches, etc.*)

	Taille en centimètres.					Poids en grammes.			
Ages.	Garçons.	Accroissement annuel.	Filles.	Accroissement annuel.	Ages.	Garçons.	Accroissement annuel.	Filles.	Accroissement annuel.
ans	cm	cm	cm	cm	ans	g	kg	g	kg
1 à 2..	74,2	»	73,6	»	1 à 2..	9500	»	9300	»
2 à 3..	82,7	8,5	81,8	8,2	2 à 3..	11700	2,2	11400	2,1
3 à 4..	89,1	6,4	88,4	6,6	3 à 4..	13000	1,3	12500	1,1
4 à 5..	96,8	7,7	95,8	7,4	4 à 5..	14300	1,3	13900	1,7
5 à 6..	103,3	6,5	101,9	6,1	5 à 6..	15900	1,6	15200	1,3
6 à 7..	109,9	6,6	108,9	7,0	6 à 7..	17500	1,6	17400	2,2
7 à 8..	114,4	4,5	113,8	4,9	7 à 8..	19000	1,5	19000	1,6
8 à 9..	119,7	5,3	119,5	5,7	8 à 9..	21100	2,1	21200	2,2
9 à 10..	125,0	5,3	124,7	4,8	9 à 10..	23800	2,7	23900	2,7
10 à 11..	130,3	5,3	129,5	5,2	10 à 11..	25600	1,8	26600	2,7
11 à 12..	133,6	3,3	134,4	4,9	11 à 12..	27700	2,1	29000	2,4
12 à 13..	137,6	4,0	141,5	7,1	12 à 13..	30100	2,4	33800	4,8
13 à 14..	145,1	7,5	148,6	7,1	13 à 14..	35700	5,6	38300	4,5
14 à 15..	153,8	8,7	152,9	4,3	14 à 15..	41900	6,2	43200	4,9
15 à 16..	159,6	5,8	154,2	1,3	15 à 16..	47500	5,6	46000	3,2

TABLEAU B. — *Tableau contenant nos résultats, ceux de Quételet, de Bowditch et de Rotch.*

	Garçons.			Filles.				Quételet (¹) (Belgique).	
Ages.	Bowditch (Massachussets).	Morg. Rotch. Harw. Univ. (Boston).	Variot et Chaumet (Paris).	Bowditch (Massachussets).	Morg. Rotch. Harw. Univ. (Boston).	Variot et Chaumet (Paris).	Ages.	Garçons.	Filles.
ans	cm	cm	cm	cm	cm	cm	ans	cm	cm
1 à 2...	74,0	73,8	74,2	70,8	74,1	73,6	1...	69,8	69,0
2 à 3...	83,4	84,5	82,7	80,2	82,3	81,8	2...	79,1	78,1
3 à 4...	92,1	92,6	89,1	90,6	90,7	88,4	3...	86,4	85,4
4 à 5...	100,3	98,2	96.8	97,4	97,0	95,8	4...	92,7	91,5
5 à 6...	105,6	103,9	103,3	104,9	103,2	101,9	5...	98,7	97,4
6 à 7...	111.1	109,3	109,9	110,1	108,3	108,9	6...	104,6	103,1
7 à 8...	116,2	114,3	114,4	115,6	113,8	113,8	7...	110,4	108,7
8 à 9...	121,3	119,4	119,7	120,9	118,9	119,5	8...	116,2	114,2
9 à 10...	126,2	124,2	125,0	125,4	123,4	124,7	9...	121,8	119,6
10 à 11...	131,3	129,2	130,3	130,4	128,3	129,5	10...	127,3	124,9
11 à 12...	135,4	133,3	133,6	135,7	133,5	134,4	11...	132,5	130,1
12 à 13...	140,0	137,7	137,6	141,9	139,7	141,5	12...	137,5	135,2
13 à 14...	145,3	143,0	145,1	147,7	145,4	148,6	13...	142,3	140,0
14 à 15...	152,1	149,7	153,8	152,3	149,8	152,9	14...	146,9	144,6
15 à 16...	158,2	»	159,6	155,2	»	154,2	15...	151,3	148,8

(¹) Quételet n'ayant mesuré qu'un petit nombre de sujets d'année en année, ses Tables ne peuvent être comparées aux autres Tables qui comportent un grand nombre d'individus compris entre deux années consécutives. Les Tables de Quételet ont été dressées, il y a plus de 50 ans, à Bruxelles, sur des enfants belges. Elles dérivent d'une extrapolation pour l'âge de la puberté.

PHYSIOLOGIE. — *Conditions physiologiques de l'enseignement oral.* Note de M. **Pierre Bonnier**, présentée par M. Alfred Giard.

Un grand nombre d'instituteurs et de professeurs se trouvent tous les ans momentanément ou définitivement arrêtés dans leur carrière par des troubles vocaux. La plus grande partie des affections laryngées observées sont le résultat du surmenage et du malmenage de la voix dans l'enseignement journalier, et de l'absence d'éducation professionnelle de la voix dans les écoles normales.

Les leçons de diction que reçoivent les futurs professeurs ne développent que les qualités extérieures de la voix et de la parole, mais nullement la résistance, la force et la pénétration de l'outil vocal, qualités qui sont pourtant la base naturelle de l'enseignement oral.

La voix professionnelle, dans l'enseignement et dans toutes les carrières vocales, est celle qui, sans effort, emplira la totalité de la salle dans laquelle on parle. Il suffit à l'orateur de saisir la sonorité propre de la salle et de se servir de la caisse de résonance qu'elle forme en l'ajoutant aux cavités organiques où se fait la voix. La voix est alors extériorisée et l'air de la salle parle avec l'orateur, que tous les auditeurs, les plus éloignés comme les plus proches, entendent parfaitement. Cette voix professionnelle réunit le maximum d'effet au minimum d'effort. Elle s'enseigne facilement.

Faute de savoir utiliser la cavité pneumatique dans laquelle on parle, on pousse sa voix, on la grossit, on la tend sans la porter et les organes vocaux se fatiguent rapidement et se détériorent.

Dans deux écoles normales d'instituteurs et d'institutrices de la Seine, dont j'ai pu examiner à ce point de vue les élèves, 69 pour 100 des filles et 78 pour 100 des garçons ne savaient pas prendre cette voix professionnelle; presque tous y sont rapidement parvenus dès que je la leur ai indiquée.

Cet enseignement si utile peut donc facilement être donné aux futurs professeurs.

D'autre part, j'ai mesuré la capacité auditive utile, scolaire des élèves de 5 à 15 ans des écoles annexes.

Par la recherche de la paracousie, c'est-à-dire de l'exagération de l'audition par contact, au moyen d'un diapason-étalon vibrant sur le genou, j'ai évalué la proportion d'enfants qu'une insuffisance fonctionnelle de l'oreille force à *doubler l'effort intellectuel pour comprendre d'un effort senso-*

riel pour entendre, effort qui ne sera pas longtemps soutenu : 53 pour 100 des filles, 65 pour 100 des garçons sont paracousiques d'une ou des deux oreilles.

Ce procédé d'évaluation est facile et peut être confié à l'instituteur sans connaissances médicales.

C'est donc plus de la moitié des enfants qui, au point de vue auditif, sont au-dessous du niveau scolaire nécessaire. Ici encore il serait facile d'indiquer aux maîtres et aux maîtresses comment on remédie à l'insuffisance auditive en combattant les quelques causes qui la provoquent.

Il y aurait donc lieu, dans l'éducation des maîtres et des élèves, de diminuer cette double insuffisance vocale et auditive qui stérilise l'enseignement oral et nuit à tant de carrières.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'anesthésie chloroformique. Dosage du chloroforme avant, pendant, après l'anesthésie déclarée et quantité dans le sang au moment de la mort.* Note de M. **Maurice Nicloux**, présentée par M. Dastre ([1]).

En 1883, Gréhant et Quinquaud ([2]) ont déterminé la quantité de chloroforme dans le sang au moment de l'anesthésie; leur méthode était basée sur la réduction de la liqueur de Fehling en tube scellé; ils ont fixé la dose anesthésique dans le sang du chien à 1 pour 2000, soit 50^{mg} de chloroforme pour 100^{g} de sang.

En possession de la méthode de dosage du chloroforme dans le sang, décrite précédemment dans les *Comptes rendus* ([3]), j'ai pu aborder, avec la plus grande facilité, l'étude de la même question et la compléter.

D'une façon générale, les animaux (chiens) sont soumis à l'action du chloroforme par la respiration du liquide imprégnant une éponge placée au fond d'une conserve. A différentes périodes de l'anesthésie on fait une prise de sang artériel (15^{cm^3} à 20^{cm^3}) pour y doser le chloroforme; l'anesthésie une fois déclarée, ou bien on pousse l'anesthésie à fond jus-

([1]) Cette Note a été présentée à la séance du 22 janvier.

([2]) Gréhant et Quinquaud, *Dosage du chloroforme dans le sang d'un animal anesthésié* (*Comptes rendus*, t. XCVII, 1883, p. 753).

([3]) Maurice Nicloux, *Sur le dosage de petites quantités de chloroforme, son dosage : 1° dans l'air; 2° dans le sang ou dans un liquide aqueux* (*Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 163).

qu'à la mort de l'animal; ou bien on cesse l'administration du chloroforme, on laisse les animaux revenir à eux et l'on fait périodiquement des prises de 20^{cm^3} de sang pour la détermination du chloroforme. Voici les résultats :

Série I. — *Dosage du chloroforme dans le sang avant et pendant l'anesthésie poussée jusqu'à la mort de l'animal.* Je réunis les expériences sous forme de Tableau :

Numéros des expériences.	Temps compté depuis le début de la respiration du chloroforme.	Chloroforme en milligrammes pour 100 cm³ de sang.	Observations résumées.
Expér. I. Chien 14^{kg}.	21^{m}	54	Période préanesthésique très rapide ayant duré 4 minutes.
	30^{m}	[70] (¹)	
Expér. II. Chien 12^{kg}.	15^{m}	50,5	Période préanesthésique lente, durée : 15 minutes.
	33^{m}	[60,5]	
Expér. III. Chien 14^{kg}.	50^{m}	50	Période préanesthésique lente, durée : 18 minutes. Anesthésie profonde et régulière pendant toute la durée de l'expérience.
	68^{m}	57,5	
	84^{m}	[64]	
Expér. IV. Chien 10^{kg}.	$1^{m}30^{s}$	18,5	Anesthésie par dose massive de chloroforme. Période préanesthésique extrêmement réduite, d'une durée de 2 minutes 30 secondes. Entre la 9ᵉ et la 10ᵉ minute arrêt respiratoire combattu par la respiration artificielle et les tractions de la langue.
	5^{m}	56	
	15^{m}	60	
	30^{m}	57,5	
	50^{m}	[69,5]	
Expér. V. Chien 9^{kg},500.	5^{m}	15,5	L'animal était en digestion. Période préanesthésique de longue durée: 19 minutes. De la 33ᵉ à la 34ᵉ minute arrêt repiratoire, respiration artificielle, tractions de la langue. A la 50ᵉ minute, perte hémorragique de 240^{g} de sang.
	19^{m}	27	
	35^{m}	47	
	59^{m}	[42]	
Expér. VI. Chien 18^{kg}.	$1^{m}30^{s}$	14	Période préanesthésique rapide : 6 minutes. A partir de la 22ᵉ minute on a fait obstacle à la respiration en faisant respirer l'animal à travers une muselière à chloroforme renfermant une éponge *très serrée* largement imbibée de chloroforme.
	3^{m}	21,4	
	6^{m}	40	
	22^{m}	48,5	
	28^{m}	[41,5]	
Expér. VII.	5^{m}	14	Période préanesthésique lente: 14 minutes. L'animal était encore un peu sensible à la 10ᵉ minute, quoique à ce moment la quantité dans le sang fût de 33^{mg},5, l'animal n'est pas mort; il fait l'objet de l'expérience IV de la série d'expériences suivantes (voir plus bas).
	10^{m}	33,5	
	14^{m}	63,5	
	32^{m}	55,5	
	60^{m}	58,5	

L'examen des chiffres de ce Tableau montre que la dose anesthésique est variable avec les animaux; elle est voisine de 50^{mg} (Expér. II et III), ce qui confirme pleinement le chiffre de Gréhant et Quinquaud, et même un peu supérieure dans les expériences I, IV, VII; voir aussi plus bas les expériences II, III, IV et V de la série d'expériences suivante; elle est très nettement au-dessous de ce chiffre (Expér. IV et V).

(¹) Les chiffres entre crochets représentent les quantités de chloroforme au moment de la mort.

La dose *mortelle* paraît être aussi soumise aux mêmes variations : élevée dans les expériences I et IV, moyenne dans l'expérience II, faible dans les expériences V et VI; dans cette dernière, l'asphyxie plutôt que le chloroforme a été le facteur prépondérant de la mort.

Enfin, fait important à signaler, la marge entre la dose anesthésique et la dose mortelle est relativement très faible,

SÉRIE II. — *Dosage du chloroforme dans le sang après l'anesthésie, pendant la période de retour.* — Les animaux étant anesthésiés, on fait une prise de sang (15^{cm^3} à 20^{cm^3}); à ce moment précis, on cesse l'administration du chloroforme, on laisse les animaux revenir à eux, et l'on fait périodiquement des prises de sang de 20^{cm^3} pour y doser le chloroforme.

Les expériences sont résumées dans le Tableau suivant :

Expérience I [1].		Expérience II.		Expérience III.		Expérience IV.		Expérience V.	
Temps compté depuis la fin de l'anesthésie.	Chloroforme en milligrammes pour 100 cm³ de sang.	Temps compté depuis la fin de l'anesthésie.	Chloroforme en milligrammes pour 100 cm³ de sang.	Temps compté depuis la fin de l'anesthésie.	Chloroforme en milligrammes pour 100 cm³ de sang.	Temps compté depuis la fin de l'anesthésie.	Chloroforme en milligrammes pour 100 cm³ de sang.	Temps compté depuis la fin de l'anesthésie.	Chloroforme en milligrammes pour 100 cm³ de sang.
m	mg	m	mg	m	mg	m	mg	m	mg
0	50	0	54	0	57	0	58,5	0	59,5
5	23	1	35	2.30^s	37	7	31,5	30	23
15	14,5	2	29	5	28	20	25,5	1^h	16
30	10	5	25,5	15	22,5	40	22	3^h	7,5
»	»	15	20,5	30	18	1^h	18	7^h	1,5
»	»	30	18	1^h	12,5	$2^h 30^m$	7,5	»	»
»	»	60	13,5	2^h	7,5	»	»	»	»

De cette série d'expériences qui se complètent mutuellement on peut conclure que le chloroforme s'élimine très rapidement au début, puisqu'en 5 minutes la quantité de chloroforme baisse environ de moitié, puis la disparition du chloroforme se fait ensuite plus lentement. Après 3 heures la quantité dans le sang est de 7^{mg} environ; après 7 heures le chloroforme a sinon entièrement, du moins presque complètement disparu du sang.

(1) On trouvera, pour cette série d'expériences, quelques détails complémentaires sur la durée de la période préanesthésique et de l'anesthésie dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie,* séance du 20 janvier 1906.

GÉOLOGIE. — *Sur une faune d'Ammonites néocrétacée recueillie par l'expédition antarctique suédoise.* Note de M. W. Kilian, présentée par M. A. de Lapparent.

L'étude des Céphalopodes crétacés réunis en 1902 par l'expédition antarctique que dirigeait O. Nordenskjöld m'ayant été confiée par M. J. Gunnar Anderson, géologue de l'expédition, je crois devoir, en attendant l'achèvement de la monographie détaillée que je prépare avec M. P. Reboul, signaler les faits suivants :

Les Ammonoïdes, au nombre de plus de 230, et dont quelques-unes sont d'une conservation remarquable, étant encore pourvues de leur test, proviennent d'une série de localités situées entre les îles Seymour et Snow-Hill, près de la côte Nord-Est de la terre de Graham. Tous ces gisements appartiennent à la même formation géologique et ont fourni une faune assez homogène.

J'ai pu y reconnaître, outre un grand nombre d'espèces nouvelles, les formes suivantes :

Nautilus Bouchardianus d'Orb. — *Belemnites* sp. indéterminable (un phragmocone). — *Phylloceras* cf. *Velledæ; Ph. ramosum* Meek; *Ph. Surya* Forbes sp. — *Lytoceras* (grande taille). — *Pseudophyllites Indra* Stol sp. — *Gaudryceras politissimum* Kossmat (beaux échantillons); *G. imperiale* Yabe; *G. multiplexum* Kossm.; *G. Kayei* Forbes sp.; *G.* (groupe de *Sacya* Stol.); *G.* cf. *Striatum* Jimbo; *G.* aff. *Marut* Stol.; *Gaudryceras,* n. sp. — *Hamites* (voisin de *H. cylindraceus* d'Orb.) cf. *H.* (*Diplomoceras*) *notabile* Whit. de Vancouver. — *Desmoceras* (*Puzosia*) aff. *Sugata* Forbes sp.; *D.* (*Puzosia*) *diphylloides* Forbes sp.; *D.* aff. *Denisoni* Stol. sp. — *Holcodiscus* cf. *Theobaldianus* Stol. sp.; *H.* n. sp. aff. *Theobaldianus* Stol. sp. (abondant); *H.* cf. *Karapadensis* Stol. sp.; *H. Madrasinus* Stol. sp.; *H. Æmilianus* Stol. sp.; *H.* n. sp. A (abondant) [1]; *H.* n. sp. B [2] (assez commun); *H.* n.

---

[1] *Holcodiscus* sp. A est extrêmement curieux par l'importance que prennent, dans cette espèce, les crénelures des côtes, tellement développées dans l'adulte qu'on croirait avoir affaire à certains *Acanthoceras* du groupe de *Ac. mamillatum.*

[2] *Holcodiscus* sp. B présente tous les caractères d'un *Holcod.* (*H. sparsicostatus* Kossm.) dans les tours intérieurs, *mais se modifie entièrement dans la partie correspondant à la loge,* où apparaissent des tubercules engendrant une ornementation très analogue à celle des *Neumayria,* de certaines *Schlœnbachia* (*Schl. rhombifera*), des *Prionocyclus* et des *Barroisia.* D'autres formes présentent, dans les tours internes, une grande analogie avec certains *Virgatites.*

sp.; *H.* cf. *buddhaicus* Kossm.; *H. Bhavani* Stol. sp..; *H.* cf. *Moraviatoorensis* Stol. sp.; *H.* cf. *cliveanus* Stol. sp.; *H. Kalika* Stol. sp. (très abondant). — *Pachydiscus* cf. *rotalinus* Stol. sp.; *P.* cf. *Gollevillensis* d'Orb. sp., voisin de *P. Quiriquinæ* Steinm. sp., et de *P. colligatus,* v. Binck.; *P.* (*Sonneratia*) sp.; *Pach. gemmatus* Huppé sp. (cette espèce, que ses cloisons et son ornementation me font ranger sans hésitation parmi les *Pachydiscus* et non dans le genre *Holcodiscus,* est bien représentée à l'île Seymour).

Cette faune est remarquable par le grand développement des espèces du groupe de *Holcodiscus* dont les formes en constituent, au point de vue numérique, l'immense majorité.

Il est particulièrement intéressant d'assister ici à l'épanouissement de ce groupe, qui, après avoir disparu des mers européennes à l'époque barrémienne, devient, dans les mers néocrétacées indopacifiques, le point de départ d'une multitude de formes, chez lesquelles les modifications de l'ornementation produisent des *convergences* très curieuses avec des types appartenant à des souches fort différentes. Les *Holcodiscus* constituent l'élément prédominant de la faune des *Snow-Hill-Beds* et des *Seymour-Beds.* La plupart de ces formes sont ou identiques ou très semblables à des espèces caractéristiques des assises de Trichinopoly (couches supérieures), d'Aryaloor et de Valudayoor dans l'Inde, c'est-à-dire du Sénonien; quelques espèces seulement (*Gaudryceras* cf. *Marut* Stol. sp., *Holcodiscus* cf. *Cliveanus* Stol. sp., *Holc. moraviatoorensis* Stol. sp. et *Pachydiscus rotalinus* Stol. sp.), du reste rares et isolées, indiqueraient un niveau inférieur, celui des couches supérieures d'Ootator dans l'Inde, équivalentes du Turonien; mais il faut remarquer que les formes les plus caractéristiques (*Schlœnbachia, Acanthoceras,* etc.), de ce niveau font défaut. Le type faunique rappelle à un haut degré celui des dépôts néocrétacés de l'Inde, ainsi qu'à un degré un peu moindre, mais cependant notable, celui du Crétacé supérieur (Nanaimo-Group) de l'île de Vancouver, de la côte pacifique de Californie, du Japon, de la Patagonie, du Natal, etc. La présence de *Pachydiscus* (1) *gemmatus* Huppé sp., de *Lytoceras Kayei* et *Phyll. ramosum* Meek ainsi que celle d'un grand *Pachydiscus* voisin de *P. Quiriquinæ* Steinm. et de *P. colligatus* v. Binck., à l'île Seymour, évoquent un rapprochement avec les couches de Quiriquina (Chili) que nous ont fait connaître M. Steinmann et ses collaborateurs.

Ainsi le type indopacifique du Crétacé supérieur s'étend jusqu'aux con-

(1) Attribué par M. Steinmann, à tort suivant nous, au genre *Holcodiscus.*

trées antarctiques; il est très probable qu'une communication marine reliait par cette région, et en passant au sud du Cap de Bonne Espérance, le bassin pacifique Sud-Oriental avec l'extrême sud de l'Atlantique, ainsi que l'a déjà soupçonné M. Kossmat, et comme l'indique le cachet faunique de la craie du Natal (à *Gaudryceras*). Cette communication a d'ailleurs été admise sur la carte paléogéographique du Crétacé supérieur, dans la nouvelle édition du *Traité de Géologie* de M. de Lapparent.

La répartition des espèces dans les divers gisements explorés ne permet guère de distinguer plusieurs faunes correspondant à des niveaux distincts; cependant sur l'île Seymour (local. 8) paraissent prédominer les formes à test bien conservé du groupe d'Aryaloor et du niveau de Quiriquina, telles que *Pachydiscus gemmatus, Pach.* cf., *Gollevillensis,* avec *Holcodiscus Bhavani, H. Aemilianus, H. Madrasinus, Gaudryceras* cf. *striatum.*

A l'île Cockburn ainsi que dans les diverses localités de l'île Snow-Hill (cap Bodman, etc.) on observe une faune unique et homogène, caractérisée par les *Holcodiscus* cités plus haut, notamment par les formes nouvelles A et B. Les espèces rappelant l'horizon plus ancien d'Ootator n'ont été rencontrées que dans certains points de Snow-Hill, (localités 2^{VI} et 2^{VIII}) mais *mélangées aux formes habituelles* du niveau supérieur (Snow-Hill-Beds-Anderson, Aryaloor et Trichinopoly) (couches supérieures). Toutefois la localité de Snow-Hill n'a fourni que *Pseudophyllites indra* Stol. sp. et des *Pachydiscus* et paraît, comme celle de l'île Seymour (loc. 8), appartenir à un horizon supérieur du Sénonien (Older Seymour Insel, Beds, Anderson).

GÉOLOGIE. — *Sur les racines de la nappe de charriage du Péloponèse.* Note de M. **Ph. Négris**, présentée par M. A. de Lapparent.

Dans une Note précédente nous avons constaté l'existence d'une nappe de charriage considérable dans le Péloponèse. Les endroits de la Grèce continentale, voisins du Péloponèse, où l'on retrouve en place la série des couches formant cette nappe, sont rares. Citons cependant le chaînon du Phagas, au sud-est du lac Copaïs. Ce chaînon, du côté du lac, présente des couches minces de jaspes bariolés, alternant avec des grès et des schistes; le tout est surmonté par une crête de calcaire gris clair. Les jaspes, au microscope, sont remplis de radiolaires, d'après la détermination qu'a bien voulu faire M. Cayeux. On retrouve la même série plus au Sud, sur l'Hélikon de Zagora, entre le couvent de Makariotissa et le village de Dombrena, mais ici complètement bouleversée par un épanchement serpentineux. On la retrouve encore au-dessus de Galaxidi, où l'on a une alternance de calcaires en plaquettes et de jaspes, le tout surmonté par la

masse puissante du calcaire de Guiona. Ces exemples, bien que rares, suggèrent l'idée que la série devait se continuer vers le golfe de Corinthe et que le pli dont serait issue la nappe du Péloponèse aurait eu cette région pour origine. On retrouve d'ailleurs un fragment de ce pli, représenté par les monts Géraniens, dans l'isthme de Corinthe. On a ici un pli pyrénéen ONO, qui s'infléchit vers l'EO et l'ENE de part et d'autre du pli crétacé NE du Parnès, qui traverse l'isthme suivant son axe et que nous avons retrouvé à l'est du Ziria (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 919) produisant la même déviation. A la suite de cette déviation des plis Géraniens et des fractures qui en furent la conséquence inévitable, eut lieu un épanchement serpentineux considérable; aussi trouve-t-on ici sous les calcaires des sommets des schistes avec jaspes et serpentines.

A l'Ouest tout est effondré dans le golfe de Corinthe, jusqu'au détroit de Rhion, où l'on retrouve les calcaires et jaspes, non plus en place, mais déversés au Nord sur la côte continentale, au Sud sur le Voïdias. Dans la Note précitée nous avons signalé ici, à Naupacte, un pli crétacé NE qui aurait ainsi arrêté le développement du pli pyrénéen du golfe. Ce dernier, composé essentiellement de couches pélagiques (boues calcaires à globigérines et boues siliceuses à radiolaires, comme le montre la nappe de charriage), pressé entre les plis plus rigides du Nord et du Sud, formés en grande partie de calcaires puissants construits de rudistes et coraux au Nord, de rudistes et foraminifères au Sud, se développe en nappe grandiose tout le long du golfe, parallèlement à la direction pyrénéenne et chevauche tous les plis du Sud jusqu'au cap Gallo sur 150^{km} et plus peut-être. Vers l'extrémité ouest la nappe est arrêtée par les plis crétacés. A Naupacte même, devant l'obstacle offert par ces derniers, le chevauchement a lieu en éventail, les plis pyrénéens chevauchant au Nord et au Sud.

Je ne me dissimule pas qu'il y a une espèce de contradiction entre le développement considérable de la nappe de charriage, et l'espace limité, compris entre les montagnes d'Achaïe et la chaîne du Parnasse et de l'Hélikon, entre lesquelles était comprise à l'origine toute la masse charriée. Mais l'objection disparaît si l'on admet que les régions entre lesquelles s'est produit le refoulement étaient, avant ce dernier, beaucoup plus éloignées qu'aujourd'hui et que sous les pressions latérales elles se sont rapprochées considérablement, en refoulant les masses relativement plastiques qui les séparaient, tout en subissant elles-mêmes des gonflements en forme de plis moins importants.

L'âge des couches de la nappe de charriage, ou du pli du golfe, nous est donné par l'âge des couches des monts Géraniens, du mont Phagas, couches qui sont parallélisées avec celles du Parnasse, où Bittner a trouvé dans les horizons inférieurs des fossiles du Néocomien et du gault, et où les fossiles de Caprena assignent aux horizons supérieurs un âge supracrétacé. Il se pourrait que le Jurassique même prenne part à la composition de la nappe de charriage, comme l'admet M. Cayeux. En effet, M. Deprat a trouvé cet horizon, avec facies corallien, il est vrai, à Chalcis, mais rien n'empêche d'admettre que plus au Sud cet horizon devienne pélagique. En tout cas cas dans l'Attique cet horizon serait encore calcaire, il serait représenté par le calcaire crétacé inférieur de Lepsius; car ce calcaire manque souvent sous le schiste supérieur que recouvre le calcaire de Parnès. Il semble bien que cela soit à l'émersion jurassique qu'il faille attribuer cette érosion du calcaire compact inférieur de l'Attique : c'est ce qui nous conduit à reculer son âge et à l'assimiler au calcaire de Cheli.

A la suite du plissement pyrénéen et du charriage, qui eut lieu (comme nous l'avons démontré dans la Note précitée) à la fin du Lutétien moyen, le Péloponèse émerge, sauf à l'Ouest où continuèrent à se former les conglomérats puissants de la Messénie, aux dépens de la masse charriée, jusqu'à ce que les plis pindiques soulevassent aussi ces dépôts. Cependant l'ébranlement produit par le plissement pindique amena des effondrements considérables, dans lesquels se déposèrent les couches pliocènes. C'est alors que les racines de la masse charriée s'effondrèrent dans une fosse, plus large et plus profonde de beaucoup que le golfe de Corinthe actuel, où se déposèrent des masses puissantes de marnes levantines et de conglomérats. Avant le Pliocène supérieur, à la suite de la surrection de l'écorce, ces dépôts sont soulevés à 1759^{m}, mais de nouveaux effondrements se produisent à la fin du Pliocène, sur l'emplacement des premiers, et le golfe de Corinthe se forme, marquant l'emplacement où s'élevait jadis une chaîne probablement plus élevée que toutes les chaînes qu'elle a recouvertes.

M. André Dumoulin adresse une Note intitulée : *Principe des dispositifs d'organes pouvant contribuer à faciliter le départ du sol des aéroplanes.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **Léon Noël** adresse une Note relative à la *Mesure exacte du pouvoir émissif des matières radioactives.*

(Renvoi à l'examen de la Section de Physique.)

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 janvier 1906.

(Suite.)

Revue générale des Sciences pures et appliquées; Directeur : Louis Olivier; 17e année, n° 1, 15 janvier 1906. Paris, Armand Colin; 1 fasc. in-4°.

Archives de Médecine navale, recueil publié par ordre du Ministre de la Marine; t. LXXXV, n° 1, janvier 1906. Paris, Imprimerie nationale; 1 fasc. in-8°.

Annales d'Hygiène et de Médecine coloniales; recueil publié par ordre du Ministre des Colonies; t. IX, n° 1, janvier 1906. Paris, Imprimerie nationale; 1 fasc. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire, publié à l'École d'Alfort le 15 et le 30 de chaque mois; t. LXXXIII, n° 1, 15 janvier 1906. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Compte rendu des séances du Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité du département de la Seine; 12e année, n° 1, séance du 5 janvier 1906. Paris, imp. Chaix; 1 fasc. in-8°.

The Aconites of India, a monograph by Otto Stapf. (*Annals of the Royal botanic Garden,* Calcutta; vol. X, part II.) Calcutta, Bengal Secretariat press, 1905; 1 vol. in-f°.

Annual Report of the Smithsonian Institution, 1904. Washington, Government printing Office, 1905; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the United States national Museum; vol. XXVIII, Washington, 1905; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 janvier 1906.

Le opere di Galileo Galilei, edizione nazionale sotto gli auspicii di Sua Maestà il Re d'Italia; vol. XVI. Florence, 1905; 1 vol. in-4°. (Offert par le Ministre de l'Instruction publique d'Italie.)

Introduction à l'étude de la Chimie, par le Dr MAURICE DE THIERRY, avec 302 figures dans le texte. Paris, Masson et Cie, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Moissan.)

Description de la faune jurassique du Portugal. Polypiers du Jurassique supérieur, par F. KOBY, avec une *Notice stratigraphique,* par PAUL CHOFFAT; 30 planches, Lisbonne, Imprimerie de l'Académie royale des Sciences, 1904-1905; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Les tremblements de terre, Géographie sismologique, par F. DE MONTESSUS DE BALLORE, avec une Préface par M. A. DE LAPPARENT, Membre de l'Institut; 89 cartes et figures et 3 cartes hors texte. Paris, Armand Colin, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté en hommage par M. de Lapparent.)

Considérations sur la Biologie marine, par S. A. S. le Prince ALBERT Ier DE MONACO, Correspondant de l'Institut. (*Bulletin du Musée océanographique de Monaco,* n° 56, 25 décembre 1905.) 1 fasc. in-8°.

Die Kalksilikatfelse von der Fehren bei Neustadt i. Schw., von H. ROSENBUSCH, mit 1 Tafel. Heidelberg, Carl Winter, 1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de M. H. Rosenbusch, Correspondant de l'Institut.)

Note sur les minerais radifères de Grury (*Saône-et-Loire*), par M. HIPPOLYTE MARLOT. Auxerre, Ch. Milon, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Description géologique de l'île d'Ambon, par R.-D.-M. VERBEEK; édition française du *Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indië,* t. XXXIV, 1905, partie scientifique; texte et atlas. Batavia, Imprimerie de l'Etat, 1905; 1 vol. in-8° et 1 fasc. in-f°. (Hommage de l'auteur.)

Die Orchideen von Ambon, von J.-J. SMITH; herausgegeb. v. Dep. für Landwirtschaft. Batavia, Imprimerie de l'État, 1905; 1 vol. in-8°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 FÉVRIER 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'existence des composés potassiques insolubles dans le tronc et l'écorce du chêne;* par M. **Berthelot**.

I. — Écorce de chêne.

Il a paru intéressant d'étendre mes recherches aux autres parties du végétal, et notamment au tronc et à l'écorce. L'examen de la sève n'a pu être fait en raison de la saison (fin de l'automne); mais j'ai opéré sur le tronc. J'ai mis en œuvre le chêne aux dépens duquel avaient été prélevées les feuilles : c'était un arbre de 27 ans, bien développé et que j'ai fait abattre le 2 novembre 1905. On a écorcé une partie du tronc, prise à une hauteur notable entre le sol et les grosses branches : l'opération a été exécutée par grattage, au moyen d'un couteau mousse, de façon à isoler autant que possible l'écorce et le bois, qui ont été examinés séparément.

L'écorce, séchée rapidement au contact de l'air, a été broyée au moulin et mise en expérience; séchée à 110°, elle a fourni,

Pour 100g, substance sèche .... 18,0 d'écorce

La substance sèche, d'après l'analyse, a donné

100 matière organique + 3,1 matière minérale (CO^2 déduit).

C	54,8
H	6,2
Az	1,1
O	37,9
	100,0

Action de l'eau. — La macération à froid avec l'eau a fourni

Partie insoluble................	97,4	100
Partie soluble.................	2,6	2,8
	100,0	

La matière soluble contenait :				La partie insoluble contenait :			
Matière organique.		Matière minérale.		Matière organique.		Matière minérale.	
C.......	52,4	SiO^2.......	1,86	C.........	54,4	SiO^2......	0,85
H.......	5,6	K^2O.......	4,18	H.........	6,2	CaO......	1,78
Az......	2,55	CaO.......	3,48	Az.........	1,1	K^2O......	0,01
O.......	39,45	Cendres, CO^2 compris...	16,0	O.........	38,3	Divers.....	0,36
	100,00				100,0		3,0 + CO^2

On voit que la potasse est contenue pour les $\frac{15}{16}$, c'est-à-dire presque en totalité, dans la portion soluble.

Voici les expériences de double décomposition saline, à froid :

Acétate de potassium.

	État initial.	Après réaction.
Soluble..........	1,54 + 0,09 = 1,63	1,51
Insoluble	0,01	0,05
K^2O.............	1,64	1,56

Acétate de calcium.

	État initial.	Après réaction.
Soluble...............	0,84 + 0,08 = 0,92	0,94
Insoluble..............	1,65	1,63
CaO..................	2,57	2,57
Soluble..............	0,09	0,11
Insoluble..............	0,01	0,01
K^2O................	0,10	0,12

D'après ces indications les doses de calcium et de potassium insolubles n'auraient éprouvé que des variations nulles ou faibles et ne dépassant pas les erreurs d'expérience; surtout si l'on envisage les variations sensibles de composition des échantillons.

L'écorce d'ailleurs ne renfermait que des doses de potasse insoluble excessivement faibles.

L'acide susceptible de former des sels potassiques insolubles n'existe donc qu'en proportion nulle ou douteuse dans l'écorce de chêne.

2. Tronc de chêne.

Le tronc *dépouillé de son écorce* a été scié normalement à l'axe, sur une série de points distants de 1^{cm} environ et l'on a recueilli plusieurs centaines de grammes de sciure de bois, que l'on a étendue sur une grande surface et laissée sécher à l'air pendant quelques heures.

L'analyse de cette matière a fourni

100 parties séchées à 110° + 29 eau.

D'autre part, le tronc sec a fourni

100^g matière organique + 0,48 matière minérale (CO^2 déduit).

On remarquera combien ce dernier chiffre est faible.

Matière organique.		Matière minérale.	
C	48,2	SiO^2	0,24
H	6,25	CaO	0,11
Az	0,22	K^2O	0,06
O	45,33	Divers	0,07
	100,00		0,48

La macération à froid avec l'eau a donné :

Partie soluble.				Partie insoluble.			
Matière organique.		Matière minérale.		Matière organique.		Matière minérale.	
C	51,4	Mat. min.	7,95 + CO^2	C	48,5	SiO^2	0,26
H	4,8	SiO^2	1,07	H	6,3	K^2O	0,05
Az	0,6	K^2O	3,00	Az	0,17	CaO	»
O	43,2	CaO	1,83	O	45,03		
	100,0	Divers	2,05		100,00		
Mat. min.	7,95 + CO^2			Mat. min.	0,3 + CO^2		

Voici les expériences de double décomposition saline à froid.

Acétate de potassium.

	État initial.	Après réaction.
Soluble	1,60 + 0,10 = 1,70	1,69
Insoluble	0,05	traces
K^2O	1,75	
Soluble	0,06	0,10
Insoluble	0,09	0,04
CaO	0,15	0,14

Acétate de calcium.

Soluble...........	0,91 + 0,06 = 0,97	1,03
Insoluble..........	0,09	0,07
	1,06	1,10

D'après ces résultats, l'acide capable de former des composés potassiques insolubles n'existe qu'en proportion faible ou nulle dans le tronc du chêne; la dose de ces composés était d'ailleurs minime.

Il résulte de ces observations, comparées avec celles faites sur les feuilles de chêne, que les composés insolubles du potassium et les acides qui les engendrent existent surtout dans les feuilles, de préférence au tronc (bois et écorce) : les feuilles étant d'ailleurs, comme on sait, le terminus de la circulation ascendante des liquides dans le végétal.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les pouvoirs rotatoires des hexahydrobenzylidène et œnanthylidènecamphres et de leurs dérivés saturés correspondants, comparés aux mêmes pouvoirs des benzylidène et benzylcamphres.* Note de MM. **A. Haller** et **F. March.**

Soit seul, soit en collaboration, l'un de nous a déjà insisté à plusieurs reprises sur l'exaltation que subit le pouvoir rotatoire de certaines molécules quand on y fixe, par l'intermédiaire d'une double liaison, certains radicaux.

Parmi les corps où l'on observe le plus fortement cette exaltation, nous rappelons les dérivés benzylidéniques et analogues du camphre, de la β-méthylcyclohexanone, de la thuyone [1], etc.

Nos nouvelles études ont pour but de rechercher quel est le pouvoir rotatoire de molécules actives du même type, dans l'élaboration desquelles, au lieu d'aldéhyde benzoïque $C^6H^5.CHO$, on a employé son hexahydrure $C^6H^{11}CHO$ ou l'aldéhyde œnanthylique $C^6H^{13}-CHO$ qui, toutes deux, renferment le même nombre d'atomes de carbone que l'hydrure de benzoyle, la première appartenant à la série cyclique saturée et la seconde à la série aliphatique saturée.

La constitution des composés obtenus, comparée à celle du benzylidène et du benzylcamphre, peut être représentée par les formules suivantes :

(1) A. Haller et P.-Th. Muller, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1370; t. CXXIX, p. 1005; A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1222; t. CXL, p. 1626.

Dérivés aldéhydiques.

Benzylidènecamphre .... $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} C = CHC\langle\begin{array}{c} CH = CH \\ CH = CH \end{array}\rangle CH \\ | \\ CO \end{array}\right.$

Hexahydrobenzylidènecamphre.. $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} CO \\ | \\ C = CH - CH\langle\begin{array}{c} CH^2 - CH^2 \\ CH^2 - CH^2 \end{array}\rangle CH^2 \end{array}\right.$

Œnanthylidènecamphre........ $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} C = CH\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^3 \\ | \\ CO \end{array}\right.$

Dérivés alcoylés obtenus par hydrogénation.

Benzylcamphre.................. $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} CH - CH^2 - C\langle\begin{array}{c} CH = CH \\ CH = CH \end{array}\rangle CH \\ | \\ CO \end{array}\right.$

Hexahydrobenzylcamphre......... $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} CO \\ | \\ CH - CH^2 - CH\langle\begin{array}{c} CH^2 - CH^2 \\ CH^2 - CH^2 \end{array}\rangle CH^2 \end{array}\right.$

Œnanthyl ou heptylcamphre...... $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} CO \\ | \\ CH\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^3 \end{array}\right.$

Hexahydrobenzylidènecamphre. — A une solution de 25g de camphre dans 100g d'éther anhydre on ajoute 6g,5 d'amidure de sodium finement pulvérisé et l'on chauffe au bain-marie pendant 12 heures, en ayant soin de faire passer un courant d'hydrogène sec dans le ballon pendant toute la durée de l'opération. On distille ensuite l'éther et l'on chauffe le résidu au bain d'huile à 150°, pendant 1 heure, pour chasser la majeure partie de l'ammoniaque restante. Au dérivé sodé obtenu on ajoute ensuite 100g d'éther anhydre et, peu à peu, en agitant et refroidissant, 38g d'aldéhyde hexahydrobenzoïque (1).

Le mélange, après avoir été abandonné à lui-même pendant 24 heures, est traité par l'eau et par de l'éther. On sépare les deux couches, et le liquide éthéré, desséché au préalable sur du sulfate de soude anhydre, est

(1) Nous devons cette aldéhyde à l'obligeance de M. Darzens qui l'a préparée par un procédé qui lui est spécial.

distillé, à la pression ordinaire d'abord pour éliminer le dissolvant et enfin dans le vide partiel de 16^{mm}.

On obtient trois fractions, l'une passant avant 184°, la principale entre 184°-186°, et la troisième entre 186° et 192° sous 16^{mm}. Ces différentes fractions ne tardent pas à se solidifier. On les étale sur des plaques poreuses et on les fait cristalliser dans l'éther de pétrole. Après une série de cristallisations, on retire finalement le même corps qui se présente sous la forme de gros cristaux incolores, fondant à 49°, très solubles dans l'éther, l'éther de pétrole, insolubles dans l'eau et dont l'analyse donne des chiffres correspondant à l'hexahydrobenzylidènecamphre cherché.

Hexahydrobenzylcamphre : $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH - CH^2.C^6H^{11}\\ \mid\\ CO\end{array}\right.$. — Ce composé prend naissance quand on réduit une solution alcoolique du dérivé hexahydrobenzylidénique par de l'amalgame de sodium à 2 pour 100. La réduction est faite à froid et en présence d'acide sulfurique étendu.

Après un traitement approprié, on obtient un liquide bouillant à 192° sous 24^{mm}, incolore et qui, refroidi dans un mélange réfrigérant, ne cristallise pas. A l'analyse, il donne des chiffres confirmant la formule d'un dérivé hexahydrobenzylé.

Dérivés œnanthyliques. — On a essayé de préparer l'œnanthylidènecamphre par la même voie que celle qui nous a permis d'obtenir le dérivé hexahydrobenzylidénique, mais le produit obtenu est constitué principalement par une huile jaune, bouillant de 189° à 191° sous 15^{mm}, ne possédant qu'un faible pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +42°32'$, et fournissant à l'analyse des résultats très éloignés de ceux qui répondent à la formule $C^{17}H^{28}O$. Il est probable que ce produit renferme des dérivés de polymérisation de l'œnanthol, difficiles à séparer du vrai composé que nous cherchions. Aussi avons-nous essayé de préparer ce composé par un autre procédé en passant d'abord par l'œnanthylcamphre.

Œnanthylcamphre : $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH - CH^2(CH^2)^5CH^3\\ \mid\\ CO\end{array}\right.$. — Ce dérivé a été obtenu, en faisant agir de l'iodure d'heptyle normal (¹) sur le camphre sodé préparé dans les mêmes conditions que pour l'hexahydrobenzylidènecamphre. Toutefois, au lieu de faire la réaction au sein de l'éther, on a

(¹) M. Moureu nous a obligeamment fourni l'alcool heptylique avec lequel nous avons préparé l'iodure.

opéré en présence du toluène et l'on a chauffé le mélange au bain d'huile, à la température d'ébullition du toluène, pendant un jour. Le produit a ensuite été traité par de l'eau, on a séparé les deux couches et distillé la solution toluénique. Après séparation du toluène, il passe d'abord du camphre et un peu d'iodure non entrés en réaction, puis le thermomètre monte rapidement à 180° sous 25^{mm} et l'on obtient jusqu'à 200° une fraction importante qui, rectifiée dans le vide, passe en majeure partie à 190° sous 25^{mm}.

L'œnanthylcamphre constitue une huile incolore qui, à l'analyse, donne des chiffres correspondant à la formule $C^{17}H^{30}O$.

Œnanthylidènecamphre : $C^{17}H^{28}O$. — Le procédé employé pour la préparation de ce composé est le même que celui qui a servi à M. Minguin pour obtenir les méthylène- et éthylènecamphres. Il consiste à traiter l'œnanthylcamphre (22^{g}) par $14^{g},5$ de brome (2^{mol}) et à chauffer au bain-marie jusqu'à ce que le liquide soit décoloré. On lave le produit avec une solution de carbonate de soude, on décante et l'on chauffe le dérivé bromé avec 30^{g} de diéthylaniline, dans le but de lui enlever 1^{mol} d'acide bromhydrique. L'opération dure environ 10 heures. On traite la masse par l'eau et l'acide chlorhydrique et l'on épuise avec de l'éther.

Après distillation dans le vide, on obtient finalement un liquide épais, fortement coloré en jaune, passant en totalité de 178° à 184° sous 20^{mm} et donnant, à la suite d'un second fractionnement, une huile incolore distillant à 180°-182° sous 20^{mm}, et dont la composition correspond bien à celle de l'œnanthylidènecamphre.

Dans le Tableau suivant nous donnons les pouvoirs rotatoires spécifiques de tous ces corps et les comparons à ceux des benzylidène- et benzylcamphre. Tous ces pouvoirs ont été pris à une température de 15° et avec des solutions alcooliques des substances.

Pouvoirs rotatoires des composés non saturés.

Benzylidènecamphre	$[\alpha]_D = +425°.11'$
Hexahydrobenzylidènecamphre	» $= +131.39$
Œnanthylidènecamphre	» $= +136.40$

Pouvoirs rotatoires des composés saturés, des alcoylcamphres.

Benzylcamphre	$[\alpha]_D = +144°.00'$
Hexahydrobenzylcamphre	» $= +55.07$
Œnanthylcamphre	» $= +51.13$

Ces chiffres nous permettent de conclure : 1° que les pouvoirs rotatoires spécifiques des nouveaux composés sont de beaucoup inférieurs aux pouvoirs rotatoires des combinaisons benzéniques correspondantes; 2° que la rotation des dérivés alcoylés saturés continue à rester inférieure à celle des dérivés non saturés auxquels ils se rattachent; 3° que la nature des chaînes latérales saturées C^6H^{11}, C^6H^{13}, qu'elle soit cyclique ou aliphatique, ne semble pas modifier sensiblement le pouvoir rotatoire dans les deux séries respectives.

Il faut en conclure que, dans le benzylidènecamphre et dans ses analogues, comme dans les benzylcamphres, c'est le caractère non saturé du noyau benzénique qui exerce son action sur l'élévation du pouvoir rotatoire de la molécule asymétrique à laquelle ce noyau est fixé.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Contribution à l'étude chimique des eaux marines.* Note de M. Th. Schlœsing.

L'analyse de l'eau de la Méditerranée puisée le 12 juillet 1904 sur le rivage de Tunisie, près de l'ancien port de Carthage, m'a fourni les résultats suivants :

Densité............................ 1,0287

Dans un litre d'eau, à la température de 20° :

Alcalinité exprimée en carbonate de chaux.........	g 0,126
Acide sulfurique................................	2,516
Chlore..	21,676
Brome...	0,072
Chaux (non compris celle afférente au carbonate)..	0,6174
Magnésie......................................	2,365
Soude	15,984
Potasse.......................................	0,510

Si l'on retranche de la somme de ces éléments, 43g,866, la quantité d'oxygène équivalente à celles du chlore et du brome 4g,892, on obtient le total 38g,974 des sels que contient l'eau analysée.

Ces résultats sont très voisins de ceux qu'a trouvés Uriglio (1), auteur d'un travail très estimé sur la composition de l'eau de la Méditerranée

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXVII.

puisée au large de Cette. Les deux analyses diffèrent cependant beaucoup en ce qui concerne la potasse et le brome; la mienne donne un chiffre plus élevé pour la potasse et beaucoup moindre pour le brome.

J'ai profité d'une récente traversée de Bizerte à Marseille, accomplie du 27 au 29 décembre 1905, pour puiser un nouvel échantillon d'eau de mer en pleine Méditerranée, peu après avoir dépassé la moitié de la route. Je voulais recommencer mon analyse et m'assurer que mes dosages de potasse et de brome étaient exacts. Je me proposais en outre de faire une étude comparée des eaux de la Méditerranée et de celles de l'océan Atlantique, en menant les deux analyses en même temps et à l'aide des mêmes procédés. Je dirai de suite le motif de cette étude.

Les eaux des océans sont constamment mêlées par des courants et autres mouvements causés par les vents ou les différences de densité; il en résulte que leurs substances minérales auraient formé depuis bien longtemps un mélange constant et partout identique, si elles n'éprouvaient ni pertes ni gains.

Les seules différences qu'on pourrait constater porteraient sur le degré de *salure*, c'est-à-dire sur les proportions relatives de l'eau et du mélange minéral, différences tenant à la diversité des conditions climatériques ou locales qui déterminent soit une concentration des eaux par évaporation, soit leur dilution par les pluies, les fleuves, ou la fusion des glaces.

Mais la constitution chimique des mers n'est pas invariable; à ne considérer que les apports minéraux par les eaux fluviales, il est bien certain que le lavage continu des sols anciens et des résidus récents de la destruction des roches modifie lentement la somme et les rapports respectifs des minéraux marins. Faut-il penser que les modifications ainsi produites déterminent, dans les diverses mers, des différences de constitution saisissables par l'analyse? Faut-il croire qu'elles sont effacées par les mouvements des eaux qui tendent sans cesse à établir une homogénéité générale? Ces deux questions n'en font qu'une, que je me suis posée et qui peut être énoncée comme suit : toutes les mers qui communiquent entre elles possèdent-elles un seul et même mélange salin, en sorte que, l'analyse de ce mélange ayant été une fois exactement faite, celle d'une eau de mer quelconque se réduirait à une prise de densité?

Une question semblable a été posée et résolue au sujet de l'atmosphère.

Elle aussi, et plus que les mers, est sans cesse brassée et mêlée; d'autre part, elle perd et gagne des gaz dans ses rapports avec la surface du globe,

et rien ne prouve que sa constitution ne varie pas au cours des siècles. Mais la variation est tellement dominée par l'action des vents que partout, à un moment donné, on lui trouve la même composition.

J'ignore si la question que j'envisage au sujet des mers a déjà été étudiée. En tout cas mes analyses lui seront une contribution utile.

Il m'a semblé que l'analyse comparée des eaux de la Méditerranée et de l'Atlantique devait être particulièrement instructive; en effet, les apports terrestres aux deux mers se font dans des proportions extrêmement différentes. L'Atlantique appartient à un ensemble d'océans couvrant les trois quarts de la surface du globe et recevant les lavages de continents qui n'occupent que le quart de cette surface. La Méditerranée, au contraire, la mer Noire comprise, n'a pas la moitié de la superficie totale des régions qui lui déversent leurs eaux. Je ne conclus pas de là que, à volumes égaux, la Méditerranée reçoive six fois plus de sels terrestres que les océans; ce serait admettre que les apports par les fleuves sont proportionnels aux étendues de leurs bassins. Je dis seulement que la Méditerranée reçoit, relativement, beaucoup plus de ces apports que les océans et que, par conséquent, si ces apports sont capables de modifier la constitution d'une mer de façon sensible à l'analyse, c'est bien dans la Méditerranée qu'on pourra saisir le fait, d'autant mieux qu'elle n'a, pour lutter contre l'altération de sa constitution, que les échanges, relativement restreints, qu'elle peut faire avec l'Océan par le détroit de Gibraltar (¹).

On va voir que ces échanges suffisent pour maintenir dans la Méditerranée, au moins dans sa partie antérieure comprise entre la France, l'Afrique, l'Italie et l'Espagne, une composition très voisine de celle de l'Océan.

Admettons que l'eau de la Manche n'est autre que celle de l'Atlantique, je me suis servi d'un échantillon puisé le 15 janvier 1906 à l'extrémité de la jetée ouest du port de Dieppe, une heure avant la pleine mer.

Voici les résultats bruts des deux analyses simultanées :

	Méditerranée.	Manche.
Densité	1,0286	1,0239

(¹) Après un temps suffisamment prolongé, le volume total de l'eau de Méditerranée passée dans l'Océan, et le volume total de l'eau de l'Océan passée en Méditerranée sont en raison inverse des salures des deux mers.

1l d'eau, à la température de 20°, contient :

	Méditerranée.	Manche.
	g	g
Carbonate de chaux	0,127	0,099
Acide sulfurique	2,551	2,120
Chlore	21,376	17,830
Brome (1)	0,072	0,060
Chaux (non compris celle du carbonate)	0,599	0,519
Magnésie	2,361	1,993
Soude	16,017	13,410
Potasse	0,510	0,413
	43,613	36,444
Oxygène correspondant au chlore et au brome	4,824	4,024
Somme des sels contenus dans 1l	38,789	32,420

Pour comparer les constitutions minérales des deux mers, il faut chercher les rapports entre les quantités respectives des diverses substances et leurs totaux; voici ces rapports :

Alcalinité	Manche / Méditerranée	$\frac{0,099}{0,127}$	= 0,78
Acide sulfurique	Manche / Méditerranée	$\frac{2,120}{2,551}$	= 0,831
Chlore	Manche / Méditerranée	$\frac{17,830}{21,376}$	= 0,834
Bronze	Manche / Méditerranée	$\frac{0,060}{0,072}$	= 0,833
Chaux	Manche / Méditerranée	$\frac{0,519}{0,599}$	= 0,866 (2)
Magnésie	Manche / Méditerranée	$\frac{1,993}{2,361}$	= 0,844
Soude	Manche / Méditerranée	$\frac{13,410}{16,017}$	= 0,837
Potasse	Manche / Méditerranée	$\frac{0,413}{0,510}$	= 0,810
Total des sels	Manche / Méditerranée	$\frac{32,420}{38,789}$	= 0,836

(1) Un même accident m'a fait perdre les deux dosages de brome; je remplace l'un par celui de ma première analyse, l'autre par le nombre 60mg que je trouve dans le *Traité d'Analyse* de M. A. Carnot.

(2) Le nombre 0,519 doit être trop faible. Dans ma première analyse j'avais trouvé le nombre 0,617 qui donnerait le rapport 0,84.

On remarquera que les substances les plus abondantes et dont le dosage est, par suite, plus près de la réalité, l'acide sulfurique, le chlore, la soude et le total des sels donnent des rapports très voisins compris entre 0,831 et 0,837; les rapports sont moins satisfaisants pour les substances en moindre quantité, carbonate de chaux, chaux, potasse, mais leurs dosages sont aussi moins précis. Quant au brome, j'attribue à un hasard heureux et non à la perfection de l'analyse le rapport trouvé 0,833.

Je conclus de ces résultats :

1° Que ma première analyse est confirmée, surtout en ce qui concerne la potasse : les analyses de l'eau de la Méditerranée prises près de Carthage, ou à mi-chemin entre Bizerte et Marseille, ou dans le voisinage de Cette concordent assez pour permettre de considérer comme homogène la partie de cette mer comprise entre la France et l'Afrique. C'est vers le fond de la Méditerranée qu'ont lieu les grands apports de substances minérales par le Nil et les fleuves de la Russie méridionale qui se déversent, avec le Danube, dans la mer Noire et, par suite, dans la Méditerranée. Il serait intéressant d'étudier des échantillons d'eau puisés entre Tunis et Alexandrie.

2° L'eau de la Méditerranée ne diffère guère de celle de l'Atlantique que par le degré de salure; les constitutions minérales des deux mers sont presque identiques. C'est un motif de présumer que tous les océans possèdent à peu près le même mélange salin, avec des proportions d'eau variables. La constitution minérale des mers serait, comme la constitution gazeuse de l'atmosphère, sensiblement constante.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur les quasi-ondes de choc et la distribution des températures en ces quasi-ondes.* Note de M. **P. Duhem**.

Une Note récente [1] de M. Gyözö Zemplén m'avait amené à rappeler [2] ce théorème que j'avais démontré autrefois : *Dans un fluide affecté de viscosité, il ne peut se produire d'onde de choc.* A la vérité, la démonstration que j'ai donnée suppose l'emploi des formules ordinairement usitées dans l'étude des fluides visqueux; mais on peut aisément la généraliser et voir qu'elle suppose seulement cette hypothèse: Les rapports

---

[1] G. Zemplén, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 710.
[2] P. Duhem, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 811.

des quantités nommées ν et τ dans mes *Recherches sur l'Hydrodynamique* aux dérivées partielles $\frac{\partial u}{\partial x}, \ldots,$ des composantes u, v, w de la vitesse ne tendent pas vers zéro lorsque ces dérivées partielles croissent au delà de toute limite.

En une nouvelle Note ([1]), M. G. Zemplén paraît s'attacher surtout aux fluides dont la viscosité est très petite. Ces fluides n'échappent pas à la proposition précédente; on n'y peut constater d'*onde de choc véritable*, c'est-à-dire de surface de discontinuité pour les composantes u, v, w de la vitesse et pour la densité ρ; mais on y peut observer des *quasi-ondes de choc*, c'est-à-dire des couches très peu épaisses au travers desquelles les éléments u, v, w, ρ varient d'une manière très rapide, de telle sorte que la différence entre les valeurs d'un même élément aux deux surfaces de la couche très mince ne soit pas une quantité très petite. La méthode qui sert à démontrer le théorème rappelé au début de la présente Note permet tout aussi bien de démontrer la proposition suivante :

Au sein d'un fluide très peu visqueux, il ne peut se produire de quasi-ondes de choc dont l'épaisseur soit très petite par rapport aux coefficients de viscosite λ *et* μ; *mais il n'est pas impossible qu'il s'y produise une quasi-onde de choc dont l'épaisseur serait au même ordre de grandeur que* λ *et* μ.

Si donc on veut discuter les assertions émises par M. G. Zemplén au sujet des fluides très peu visqueux, on doit appliquer ces considérations non pas à une onde de choc véritable, reconnue impossible, mais à une quasi-onde de choc.

Les propriétés d'une telle quasi-onde ont déjà fait l'objet de recherches très intéressantes de M. É. Jouguet ([2]). Nous voudrions ajouter quelques remarques à ces recherches. Nous ferons sans cesse usage des formules admises depuis Navier pour représenter les propriétés des fluides visqueux, sans rechercher si nos conclusions demeureraient valables dans le cas où l'on ferait usage de lois plus générales; nous perdrons ainsi quelque peu en généralité, mais nous gagnerons peut-être en précision.

Nous commencerons par quelques observations au sujet de la distribution qu'affectent les températures au sein d'une quasi-onde de choc.

---

(1) G. Zemplén, *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 142.

(2) É. Jouguet, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1685; t. CXXXIX, 1904, p. 786. — *Sur la propagation des réactions chimiques dans les gaz*, Chap. III (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 6e série, t. II, 1906, p. 5).

Prenons pour point de départ la relation supplémentaire mise sous la forme générale [*Recherches sur l'Hydrodynamique*, Première Partie, équation (94); Première série, p. 33] que voici :

$$
(1)\quad \left\{
\begin{aligned}
& K\Delta T + \frac{\partial K}{\partial T}\left[\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)^2\right] \\
& \quad + \frac{\partial K}{\partial \rho}\left(\frac{\partial T}{\partial x}\frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{\partial T}{\partial y}\frac{\partial \rho}{\partial y} + \frac{\partial T}{\partial z}\frac{\partial \rho}{\partial z}\right) \\
& \quad + \frac{T}{E}\rho\frac{\partial^2 \zeta}{\partial T^2}\left(\frac{\partial T}{\partial x}u + \frac{\partial T}{\partial y}v + \frac{\partial T}{\partial z}w + \frac{\partial T}{\partial t}\right) \\
& \quad + \frac{T}{E}\rho^2\frac{\partial^2 \zeta}{\partial \rho\, \partial T}\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}\right) \\
& \quad + \frac{\lambda}{E}\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}\right)^2 \\
& \quad + \frac{2\mu}{E}\left[\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y}\right)^2\right. \\
& \qquad\qquad \left. + \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\right)^2\right] = 0.
\end{aligned}
\right.
$$

Soit h l'épaisseur très petite de la quasi-onde; λ et μ sont supposés très petits de l'ordre de h; au contraire, les six quantités $\frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}, \frac{\partial u}{\partial z}, \frac{\partial \rho}{\partial x}, \frac{\partial \rho}{\partial y}, \frac{\partial \rho}{\partial z}$ sont, en général, très grandes de l'ordre de $\frac{1}{h}$.

Peut-il se faire que les quantités $\frac{\partial T}{\partial x}, \frac{\partial T}{\partial y}, \frac{\partial T}{\partial z}$ soient aussi des quantités très grandes de l'ordre de $\frac{1}{h}$? Il faut, en tout cas, en vertu de l'égalité (1), que la quantité

$$
(2)\qquad \frac{\partial}{\partial x}\left(k\frac{\partial T}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(k\frac{\partial T}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(k\frac{\partial T}{\partial z}\right)
$$

soit seulement une quantité très grande de l'ordre de $\frac{1}{h}$.

Si le coefficient de conductibilité k est une quantité très petite au moins de l'ordre de h, cette condition est assurément remplie; *la quasi-onde peut être, et est, en général, une quasi-surface de discontinuité pour la température.*

Supposons maintenant que le coefficient de conductibilité k ne soit pas très petit. Sur la surface S_0 qui limite la quasi-onde en amont, prenons une aire finie A_0; par le contour de cette aire, menons des normales à la surface S_0; elles forment une surface réglée C et découpent une aire A_1 sur la surface S_1 qui limite la quasi-onde en aval; soit U le volume, infi-

niment petit de l'ordre de h, que limitent A_0, C, A_1. Multiplions l'expression (1) par $T\,d\varpi$ et intégrons pour le volume U. L'intégrale ne devra pas avoir une très grande valeur. Or, cette intégrale peut s'écrire

$$\int_s k\mathrm{T}\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial n}\,ds - \int_{\mathrm{U}} k\left[\left(\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial z}\right)^2\right] d\varpi,$$

n étant la normale extérieure à la surface s qui limite le volume U. Or l'intégrale de surface est finie parce que, le long des aires A_0 et A_1, $\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial n}$ est fini, tandis que l'aire C, en laquelle $\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial n}$ peut prendre des valeurs très grandes de l'ordre de $\frac{1}{h}$, est très petite de l'ordre de h. L'intégrale étendue au volume U doit donc être finie; cela ne saurait être si $\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial x}$, $\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial y}$, $\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial z}$ pouvaient prendre des valeurs très grandes de l'ordre de $\frac{1}{h}$. *Au travers de la quasi-onde, la température ne peut éprouver que de très petites variations.*

M. L.-E. Bertin fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : *Évolution de la puissance défensive des navires de guerre.*

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1906.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Chimie : *Prix Jecker, Cahours, Montyon (Arts insalubres)*. — MM. Troost, Gautier, Moissan, Ditte, Lemoine, Haller, Th. Schlœsing, Berthelot, Maquenne.

Botanique : *Prix Desmazières, Montagne, de Coincy*. — MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Perrier, Chatin, Giard.

Zoologie : *Prix Savigny, Thore, Da Gama Machado*. — MM. Ranvier, Perrier, Chatin, Giard, Delage, Bouvier, Lannelongue, Laveran, Grandidier.

Médecine et Chirurgie : *Prix Montyon (Médecine et Chirurgie), Barbier,*

Bréant, Godard, du Baron Larrey, Bellion, Mège. — MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Roux, Brouardel, Chauveau, Labbé, Perrier.

PHYSIOLOGIE : *Prix Montyon* (*Physiologie expérimentale*), *Philipeaux, Lallemand, Pourat, Martin Damourette.* — MM. d'Arsonval, Chauveau, Bouchard, Dastre, Roux, Laveran, Giard.

Cette Commission est également chargée de présenter une *question de Prix Pourat* pour l'année 1909.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Éléments provisoires de la comète* 1906 *a*. Note de M. E. **MAUBANT**, présentée par M. Lœwy.

Les observations utilisées sont les suivantes :

Dates. 1906.	Temps moyen local.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	
Janv. 29......	$6^h 48^m,5$	$244°24'57''$	$+51°7'40''$	Strasbourg.
30......	13. 9,6	244. 4.55	+53.19.27	Utrecht.
31......	16.59,5	243.42.28	+55.24.41	Lyon.

On en a déduit la parabole que voici :

$$T = 1906 \text{ janv. } 0{,}5686, \text{ temps moyen de Paris.}$$

$$\left.\begin{aligned} \Omega &= 289°36'38'' \\ \omega &= 100.57.37 \\ i &= 124.59.31 \end{aligned}\right\} 1906{,}0$$

$$\log q = 0{,}12409.$$

$$\text{Représentation du lieu moyen : } O - C \left\{ \begin{aligned} \cos\beta\, d\lambda &= -5'', \\ d\beta &= +1''. \end{aligned}\right.$$

Avec ces éléments on a obtenu l'éphéméride suivante pour 12^h, temps moyen de Paris :

Dates. 1906.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Log *r*.	Log Δ.	Éclat.
Fév. 4.......	$16^h 7^m 2^s$	$+62°46',0$	0,1547	9,9550	1,13
6.......	15.59.55	+66.54,8	0,1580	9,9463	1,16

Dates. 1906.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Log r.	Log Δ.	Éclat.
	h m s	° ′			
8.......	15.48.49	+71.11,8	0,1614	9,9399	1,18
10.......	15.30. 8	+75.31,3	0,1649	9,9359	1,17
12.......	14.54.44	+79.43,3	0,1686	9,9346	1,17
14.......	13.35.12	+83.21,5	0,1723	9,9361	1,14
16.......	10.41.24	+84.55,8	0,1761	9,9403	1,10

L'éclat du 29 janvier a été pris comme unité.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner de* 0^{m},16) *pendant le troisième trimestre de* 1905. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

Il y a eu 44 jours d'observation (¹) dans ce trimestre, et les principaux faits qui en résultent peuvent se résumer ainsi :

Taches. — Le nombre de groupes de taches notés n'est guère plus élevé que celui du trimestre précédent (58 au lieu de 54), mais l'aire totale a considérablement augmenté : on a, en effet, 7421 millionièmes au lieu de 3290.

Quatre groupes, au lieu de deux, ont été visibles à l'œil nu, mais les groupes d'août sont les mêmes que ceux de juillet ramenés sur le disque par la rotation du Soleil. Ce sont (Tableau I) :

Juillet.................	11,5	à −16°	de latitude
»	16,6	+13	»
Août..................	7,0	−17	»
»	12,7	+12	»

On remarque, enfin, qu'une nouvelle diminution dans la production des taches s'est présentée vers la fin du mois de juillet (les 27 et 29 il n'y avait qu'une petite tache), et que cette accalmie s'est produite sur le globe solaire, à environ 180° de celle enregistrée au mois de mai dernier.

Régions d'activité. — On n'a pu, par suite du temps défavorable, noter que 75 groupes de facules avec une surface totale de 84,2 millièmes (au lieu de 107 groupes et 122,5 millièmes précédemment). Leur distribution entre les deux hémisphères est de 35 groupes au Sud et de 40 au Nord.

(¹) Pendant mon absence de l'Observatoire, avec la mission d'Espagne pour l'éclipse totale du Soleil du 30 août, les observations ont été faites par mon collègue, M. Luizet.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Juillet 1905. — 0,00.			
6	1	4,2	−12		3
1-10	4	5,5	−18		9
1- 4	3	6,8	−18		8
3- 7	3	7,6		+13	2
3-13	9	8,0	−12		128
12-13	2	9,7		+15	22
6- 7	2	10,0	−16		3
12-13	2	10,2		+28	19
6-17	9	11,5	−16		592
10-11	2	12,8		+ 8	12
13	1	14,0		+11	5
10-22	11	16,6		+13	1565
20-22	3	18,4	− 2		7
19-24	5	18,5		+14	432
13-22	8	18,7	−11		83
15-25	9	20,2	−14		45
17-26	9	22,7		+ 8	163
19-25	6	25,2		+ 9	23
27-29	3	30,5	−11		3
31- 1	2	31,8	− 5		11
	24 j.		−12°,3	+13°,2	
		Août. — 0,00.			
4- 7	2	2,7		+ 8	4
7	1	3,2		+22	8
7- 9	2	4,3		+17	3
31-10	9	5,8		+15	158
1- 4	4	6,6	−12		127
1-12	9	7,0	−17		584
2-12	8	8,3	− 7		28
4	1	8,7		+ 7	27
7-14	6	12,7		+12	807
8	1	13,2	−21		4
		Août (suite.)			
8-14	5	14,4		+14	196
21	1	18,3		+ 6	195
21	1	19,8		+ 7	62
21	1	20,4	− 8		36
21	1	21,9		+13	19
21	1	23,4		+ 9	87
21	1	25,5		+20	39
29- 2	4	30,2		+16	105
	13 j.		−13°,0	+12°,9	
		Septembre. — 0,00.			
29- 5	5	2,6		+13	117
29- 5	5	3,3	−18		371
29- 1	2	3,6		+15	24
1	1	3,8	−33		30
29- 5	5	4,6		+ 8	120
30	1	5,5		+17	46
5-11	2	10,4		+14	75
11-18	2	13,4		+ 2	64
11-18	2	14,3	−14		187
11-18	2	15,5	−14		92
11-18	2	15,8		+14	343
18	1	18,5	−12		67
18	1	18,7	−20		36
24-29	2	23,3		+12	63
24	1	24,0		+14	2
24	1	25,9		+10	30
29	1	25,9	−17		43
29	1	29,1		+ 9	26
29	1	30,2	−24		4
29	1	30,8	−14		57
	7 j.		−18°,4	+11°,6	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1905.	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet......	»	»	»	9	2	11	9	3	5	1	»	»	20	3135
Août.......	»	»	1	2	2	5	13	5	7	1	»	»	18	2489
Septembre..	»	1	1	7	»	9	11	4	7	»	»	»	20	1797
Totaux...	»	1	2	18	4	25	33	12	19	2	»	»	58	7421

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1905.	Sud. 90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet......	1	»	3	11	3	18	20	4	12	4	»	»	38	38,8
Août........	»	»	3	5	1	9	13	5	6	2	»	»	22	25,1
Septembre..	»	1	»	7	»	8	7	2	4	1	»	»	15	20,3
Totaux...	1	1	6	23	4	35	40	11	22	7	»	»	75	84,2

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème du calcul des variations.* Note de M. **Erik Holmgren**, présentée par M. Painlevé.

1. Dans son Mémoire : *Grundzüge einer allgemeinen Theorie der linearen Integralgleichungen* (1), M. Hilbert pose le problème suivant :

Trouver les fonctions $u(s)$ qui donnent à l'intégrale

$$I(u) = \int_a^b \int_a^b K(s, t)\, u(s)\, u(t)\, ds\, dt$$

où $K(s, t)$ est une fonction symétrique des deux variables, sa plus grande ou sa plus petite valeur sous la supposition que l'égalité

$$(1) \qquad \int_a^b u(s)^2\, ds = 1$$

soit vérifiée.

M. Hilbert résout ce problème à l'aide des théorèmes généraux qu'il a démontrés sur l'équation intégrale de M. Fredholm. Je me suis proposé de le traiter par le calcul des variations en appliquant le principe d'une des méthodes par lesquelles M. Hilbert a réussi à faire du principe de Dirichlet un mode de démonstration rigoureux (2). En procédant de cette manière on arrive aussi facilement aux résultats généraux de M. Hilbert sur l'équation de M. Fredholm, ce qui est intéressant vu la généralité de la méthode employée.

(1) *Erste Mitteilung*, p. 78 (*Nachr. der k. Gesellschaft der Wiss. zu Göttingen*, 1904).

(2) Voir *Ueber das Dirichlet'sche Princip.* (*Festschrift*), Göttingen, 1901 ou *Math. Ann.*, vol. LIX.

2. L'inégalité bien connue de M. Schwarz fait facilement voir qu'il existe une limite finie supérieure et une limite finie inférieure des valeurs que peut prendre l'intégrale $I(u)$ (¹).

Désignons par $\frac{1}{\lambda^{(1)}}$ une de ces limites.

Choisissons une série infinie de fonctions continues $u_1(s)$, $u_2(s)$, $u_3(s)$, ... vérifiant l'égalité (1) et telles que

$$\lim_{n=\infty} I(u_n) = \frac{1}{\lambda^{(1)}}$$

(nous supposons ici que $\lambda^{(1)}$ soit finie).

LEMME. — Supposons que $w_1(s)$, $w_2(s)$, ... soit une série de fonctions continues qui vérifient les conditions

$$(2) \qquad \begin{cases} \int_a^b u_n(s)\, w_n(s)\, ds = 0 & (n = 1, 2, 3, \ldots), \\ \int_a^b w_n(s)^2\, ds < L & \text{où} \quad L \text{ est une constante positive.} \end{cases}$$

Alors nous avons

$$(3) \qquad \lim_{n=\infty} \int_a^b \int_a^b K(s, t)\, u_n(s)\, w_n(t)\, ds\, dt = 0.$$

Posons

$$w_n(s) = v_n(s) - u_n(s) \int_a^b u_n(t)\, v_n(t)\, dt,$$

En portant cette expression de $w_n(s)$ dans (3), nous trouvons facilement

$$(4) \qquad \lim_{n=\infty} \int_0^1 v_n(t) \left[\int_a^b u_n(s)\, K(s, t)\, ds - \frac{1}{\lambda^{(1)}} u_n(t) \right] dt = 0.$$

Considérons l'intégrale $\int_a^b u_n(s) K(s, t) ds$. D'après l'inégalité de M. Schwarz elle reste comprise entre deux valeurs réelles indépendantes de n et de t. Alors nous pouvons supposer que les fonctions $u_1(s)$, $u_2(s)$, ... sont telles que cette intégrale a une limite déterminée pour chaque valeur rationnelle

(¹) Nous supposons ici que $K(s, t)$ [et $u(s)$] sont des fonctions continues; mais la méthode reste applicable si $K(s, t)$ admet des singularités sous certaines conditions qui impliquent les singularités traitées par M. Hilbert.

de t. Car d'après le beau procédé publié par M. Hilbert dans le *Festschrift*, nous pouvons, parmi les fonctions de cette série, choisir une série partielle qui jouit de cette propriété.

L'expression $\psi^{(1)}(t) = \lambda^{(1)} \lim_{n=\infty} \int_a^b u_n(s)\, K(s, t)\, ds$ représente alors une fonction uniforme pour les valeurs rationnelles de t. L'inégalité facilement obtenue

$$[\psi^{(1)}(t') - \psi^{(1)}(t)]^2 < \lambda^{(1)2} \int_a^b [K(s, t') - K(s, t)]^2\, ds$$

fait ensuite voir que $\psi^{(1)}(t)$ est uniforme et continue pour toutes les valeurs de t.

Posons maintenant, dans la formule (4), $v_n(t) = K(s, t)$.

Nous trouvons l'équation

$$\psi^{(1)}(s) = \lambda^{(1)} \int_a^b K(s, t)\, \psi^{(1)}(t)\, dt. \tag{5}$$

Puis posons dans (4) $v_n(t) = \int_0^1 u_n(s)\, K(s, t)\, ds$. Nous trouvons alors

$$\int_a^b \psi^{(1)}(t)^2\, ds = 1; \tag{6}$$

à l'aide des équations (5) et (6) nous déduisons enfin $I(\psi^{(1)}) = \frac{1}{\lambda^{(1)}}$, ce qui fait voir que $\psi^{(1)}(s)$ est une solution de la question proposée. C'est une des fonctions fondamentales (*Eigenfunction*) de M. Hilbert.

Pous démontrer l'existence des autres fonctions fondamentales et éventuellement des autres solutions du problème, on modifie le problème de la manière indiquée dans le travail de M. Hilbert et, en appliquant notre méthode, on arrive à prouver l'existence d'un système complet de ces fonctions. Puis on démontre facilement le résultat sur le développement de l'intégrale $\int_a^b \int_a^b K(s, t)\, u(s)\, u(t)\, ds\, dt$ servant de base à la théorie générale de M. Hilbert.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Solution générale du problème d'équilibre dans la théorie de l'élasticité, dans le cas où les déplacements des points de la surface sont donnés.* Note de M. **A. Korn**, présentée par M. Émile Picard.

M. Lauricella ([1]) et MM. E. et F. Cosserat ([2]) ont déjà essayé d'appliquer la méthode des approximations successives aux équations d'équilibre dans la théorie de l'élasticité :

$$(1)\qquad \begin{cases} \Delta u + k\dfrac{\partial\theta}{\partial x} = \mathfrak{X}, & \ldots, \\ \theta = \dfrac{\partial u}{\partial x} + \dfrac{\partial v}{\partial y} + \dfrac{\partial w}{\partial z}, \end{cases}$$

dans le cas où u, v, w sont donnés à la surface ω du corps élastique τ en question. M. Lauricella a cherché un développement des solutions en séries suivant les puissances de k, MM. E. et F. Cosserat suivant les puissances de $\frac{k}{1+k}$, en donnant aux équations (1) une autre forme :

$$(2)\qquad \Delta u + \frac{k}{1+k}\left(\frac{\partial\theta}{\partial x} - \Delta u\right) = \frac{\mathfrak{X}}{1+k}, \qquad \ldots.$$

M. Lauricella a le mérite d'avoir essayé le premier cette application de la méthode des approximations successives, mais ses travaux donnent lieu à des objections sérieuses; MM. E. et F. Cosserat ont pu trouver un résultat, qui permet au moins de démontrer la convergence de leurs séries à l'intérieur de ω, quand on se tient à une distance finie de la surface, mais ils n'ont pas abordé la question de la convergence dans le cas où l'on s'approche indéfiniment de la surface.

Nous donnons aux équations (1) la forme suivante :

$$(3)\qquad \Delta u + \frac{k}{2+k}\left(2\frac{\partial\theta}{\partial x} - \Delta u\right) = \frac{2\mathfrak{X}}{2+k}, \qquad \ldots;$$

on démontre facilement que l'on peut réduire notre problème de l'équilibre

---

([1]) Lauricella, *Ann. della R. Scuola Norm. sup. di Pisa*, 1894, N. C., 4e série, t. IX et X, 1899.

([2]) E. et F. Cosserat, *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 1098; t. CXXXIII, 1901, p. 145.

à celui-ci de trouver trois fonctions u, v, w continues avec leurs dérivées premières à l'intérieur, s'annulant à la surface et satisfaisant aux équations (3), si

$$(4)\quad \mathfrak{X} = \mathfrak{F} + \frac{\partial\theta}{\partial x}, \quad \mathfrak{Y} = \mathfrak{G} + \frac{\partial\theta}{\partial y}, \quad \mathfrak{Z} = \mathfrak{H} + \frac{\partial\theta}{\partial z}; \quad \frac{\partial\mathfrak{F}}{\partial x} + \frac{\partial\mathfrak{G}}{\partial y} + \frac{\partial\mathfrak{H}}{\partial z} = 0,$$

où $\mathfrak{F}$, $\mathfrak{G}$, $\mathfrak{H}$ sont des fonctions données à l'intérieur de ω et continues de façon que

$$(5)\quad |\mathfrak{F}_2 - \mathfrak{F}_1| \leqq \text{const. fin. } r_{12}^{\lambda}, \quad \ldots \quad (0 < \lambda < 1), \ (0 \leqq r_{12} \leqq \sigma),$$

en désignant par r_{12} la distance de deux points 1 et 2, par σ une longueur finie, Θ la solution d'un problème de Dirichlet pour l'intérieur de ω avec des valeurs limites $\overline{\Theta}$ données, satisfaisant à une condition analogue à (5).

En posant $\varkappa = \frac{k}{2+k}$, nous trouvons la solution

$$(6)\quad u = \sum_0^\infty \varkappa^j u_j,$$

si

$$(7)\quad \begin{cases} u_0 = \frac{1}{4\pi}\int_\tau \chi \frac{d\tau}{r} - \mathrm{U}_0, & \ldots, \\ u_j = u_{j-1} + \frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial x}\int_\tau \theta_{j-1}\frac{d\tau}{r} - \mathrm{U}_j, & \ldots \quad j = 1, 2, \ldots, \end{cases}$$

en appelant U_j, V_j, W_j les solutions du problème de Dirichlet avec les valeurs limites

$$(8)\quad \mathrm{U}_j = \frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial x}\int_\tau \theta_{j-1}\frac{d\tau}{r}, \quad \ldots.$$

La convergence des séries (7) à l'intérieur, aussi longtemps que l'on se tient à une distance finie de la surface, peut être démontrée par une méthode analogue à celle imaginée par MM. E. et F. Cosserat, mais on peut maintenant démontrer aussi la convergence des séries (7) et de leurs dérivées premières quand on s'approche indéfiniment de la surface. On trouve à l'aide des équations (7) à la surface ω

$$(9)\quad \theta_j = -\left\{\theta_{j-1} - \frac{1}{\pi}\left|\frac{\partial^2}{\partial r^2}\int_\tau \theta_{j-1}\frac{d\tau}{r}\right|_e\right\} + \mathrm{H}_j,$$

où H_j représente une fonction continue sur ω de la manière

$$(10)\quad |\mathrm{H}_{j,2} - \mathrm{H}_{j,1}| \leqq \Gamma \text{ max. abs. } \theta_{j-1}\, r_{12}^{\Lambda},$$

Γ étant une constante finie, Λ un nombre positif quelconque satisfaisant à la condition $0 < \Lambda < 1$, tous les deux indépendants de j. L'équation (9) et le théorème énoncé dans une Note récente (voir *Comptes rendus* du 22 janvier 1906, p. 199) concernant l'expression

$$\theta_{j-1} - \frac{1}{\pi}\left|\frac{\partial^2}{\partial r^2}\int_\tau \theta_{j-1}\frac{d\tau}{r}\right|_e$$

permettent de démontrer dans toute l'étendue du domaine τ les relations

$$(11)\qquad \begin{cases} \varkappa^j \text{ max. abs. } \theta_j \leqq \text{const. fin. } \mu^j, \\ \varkappa^j |\theta_{j,2} - \theta_{j,1}| \leqq \text{const. fin. } \mu^j r_{12}^\lambda \qquad [0 \leqq r_{12} \leqq \sigma(1-\delta)^j], \end{cases}$$

où δ représente un nombre que l'on peut choisir aussi petit que l'on veut, μ un nombre satisfaisant à la condition $0 < \mu < 1$. On parvient ainsi à démontrer rigoureusement la convergence de la série

$$(12)\qquad \theta = \sum_0^\infty \varkappa^j \theta_j \qquad (-1 < \varkappa < +1)$$

et sa continuité de la manière suivante :

$$(13)\qquad |\theta_2 - \theta_1| \leqq \text{const. fin. } r_{12}^\lambda \qquad (0 \leqq r_{12} \leqq \sigma'), \quad (\sigma' < \sigma)$$

d'où découle facilement la convergence et la continuité des fonctions u, v, w et de leurs dérivées premières.

Après cette démonstration on peut faire voir que les développements de Lauricella sont convergents pour

$$-1 < k < +1,$$

ceux de MM. E. et F. Cosserat pour

$$-1 < \frac{k}{1+k} < 1 \qquad \left(-\frac{1}{2} < k < +\infty\right).$$

Les développements (6) sont les plus généraux; ils comprennent l'intervalle entier

$$-1 < \varkappa < +1 \qquad (-1 < k < +\infty)$$

dans lequel le problème a une solution unique.

GÉODÉSIE. — *Sur quelques résultats de la triangulation du massif Pelvoux-Écrins.* Note de M. **Paul Helbronner**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans notre Communication du 13 novembre 1905 nous avons résumé l'ensemble des données que nous avions recueillies au cours de notre dernière campagne géodésique. Nous présentons aujourd'hui l'un des quarante-cinq panoramas photographiques pris cet été sur les hautes stations de notre réseau et destinés à compléter le travail mathématique des points trigonométriques par les méthodes des perspectives photographiques : celui du sommet de la Barre des Écrins (altitude : 4103^m, E.-M.) exécuté le 9 août 1905 au cours de notre station géodésique.

Les dix épreuves qui le composent, agrandies et juxtaposées, donnent le développement complet du tour d'horizon sur une longueur d'environ 5^m. Nous y joignons un calque explicatif, à échelle réduite, indiquant les noms de vingt-cinq de nos stations géodésiques de sommets, visibles de cette station culminante de notre réseau, ainsi que leur distance approximative au sommet de la Barre des Écrins.

En partant de l'Est, ces stations primaires, en général reliées avec les Écrins par visées réciproques et où nous avons opéré dans l'une de nos trois campagnes de 1903, 1904, 1905, sont :

La Tête d'Amont, la Pointe Durand du Pelvoux, la Pointe Puiseux du Pelvoux, les Bans, le Sirac, les Rouïes, l'Aiguille du Canard, la Grande Roche de la Muzelle, le Taillefer, l'Aiguille du Plat de la Selle, le Grand Pic de Belledonne, le Pic de la Grave, le Pic de l'Étendard, la Brèche de la Meije, le Rocher Blanc des Sept Laux, la Grande Ruine, le Pic du Frêne, le Goléon, le Pic des Trois-Evêchés, le Col du Galibier, la Roche du Grand Galibier, le Pic de Combeynot, le Pic de neige Cordier, le Grand Aréa, le Pic des Agneaux.

Parmi les chaînes éloignées on distingue celles du mont Blanc (125^{km} en moyenne), de Polset, de Péclet, du mont Pourri, de la Vanoise, de la Grande Casse, du Grand Combin, etc.

Nous avons été amené, d'autre part, à calculer certaines altitudes, mais seulement d'une façon provisoire; car la recherche des positions planimétriques nécessaires au calcul exact des altitudes définitives ne peut être terminée avant plusieurs années.

Quelques cimes notamment avaient été depuis longtemps l'objet de discussions au sujet de leur altitude; c'est ainsi que le grand sommet de

l'*Ailefroide*, un des plus importants du massif, était coté 3925^m. Nos calculs provisoires nous donnent, par plusieurs départs altimétriques, des valeurs comprises entre 3948^m et 3951^m. Ce résultat avait d'ailleurs été pressenti depuis longtemps : M. F.-F. Tuckett avait même, en juillet 1862, indiqué, pour l'Ailefroide, une altitude plus considérable [*Explorations in the Alps of Dauphiné* (*Alpine Journal*, vol. I, 1863-1864)].

De même, le grand sommet des Bans était coté jusqu'à présent 3651^m. Nos calculs provisoires indiquent un chiffre compris entre 3674^m et 3676^m. Le Sirac était évalué 3438^m; nous trouvons 3450^m.

Le pic de la Cavale, porté actuellement sur les cartes à 2897^m et pris par le Dépôt de la Guerre comme signal du troisième ordre, n'est pas le point principal culminant de cette chaîne; celui-ci, station de notre réseau primaire, s'en trouve en effet très distinct et à une cote notablement plus élevée (2980^m, tandis que l'altitude du point du troisième ordre du Dépôt de la Guerre est donné à 2897^m dans le *Recueil des positions géographiques*, feuille de Briançon).

Le refuge Tuckett, sur la rive gauche du glacier Blanc, porte actuellement la cote 2504^m. Nos calculs l'abaisseront de plus de 40^m.

Le col Émile, pic porté à 3502^m, doit être ramené à une cote inférieure d'à peu près 20^m.

Bien d'autres points présentent de notables divergences. Nous ne donnons d'ailleurs ces exemples qu'à titre provisoire. Toutes les altitudes seront en effet recalculées lorsque le travail planimétrique des compensations graphiques et de l'établissement des coordonnées géographiques sera terminé. Il se peut, d'ailleurs, que les calculs définitifs donnent des écarts encore plus considérables; car les modifications que nous présentons ont pour base les cotes de plusieurs points géodésiques du Dépôt de la Guerre, tandis que nos calculs définitifs se baseront sur les repères du Service du Nivellement général de la France et, par suite, pourront amener dans leurs résultats des variations venant de l'écart entre ces deux bases.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation des nitriles acétyléniques avec les alcools. Méthode générale de synthèse de nitriles acryliques β-substitués β-oxyalcoylés*. Note de MM. Ch. Moureu et I. Lazennec, présentée par M. H. Moissan.

Lorsqu'on met un nitrile acétylénique R — C ≡ C — CAz en contact avec une solution de méthylate ou d'éthylate de sodium (1^{mol}) dans l'alcool

correspondant, une vive réaction se déclare presque aussitôt, qui se manifeste par un dégagement notable de chaleur, pouvant aller jusqu'à provoquer l'ébullition de la liqueur. Si, après avoir chauffé le mélange à reflux pendant 1 ou 2 heures, on le laisse refroidir et qu'ensuite on le verse peu à peu dans un excès d'eau glacée, il se précipite une huile à peine colorée, laquelle, d'après sa composition élémentaire et l'étude de ses réactions, est constituée par un mélange, en proportions variables suivant les conditions, du nitrile éthylénique β-oxyalcoylé et du nitrile β-acétalique, qui résultent de la fixation de 1^{mol} ou 2^{mol} d'alcool sur la liaison acétylénique du nitrile initial. Le nitrile phénylpropiolique

$$C^6H^5 - C \equiv C - CAz$$

et le méthylate de sodium, par exemple, fournissent ainsi un liquide distillant vers 165° sous 20^{mm}, qui est formé d'un mélange de nitrile β-phényl β-méthoxyacrylique (β-méthoxycinnamique) $C^6H^5 - C(OCH^3) = CH - CAz$ et de diméthylacétal de la cyanacétophénone

$$C^6H^5 - C(OCH^3)^2 - CH^2 - CAz.$$

Il est extrêmement difficile de séparer complètement par rectification les deux composés qui ont simultanément pris naissance, en raison du voisinage de leurs points d'ébullition. On se heurte d'ailleurs à autant de difficulté quand on essaie de limiter la réaction à la phase nitrile éthylénique β-oxyalcoylé, ou qu'on veut la pousser en totalité jusqu'à la phase nitrile β-acétalique.

Nous avons trouvé, au contraire, dans l'emploi des solutions alcooliques de potasse caustique, agissant sans doute par l'alcool potassé qu'elles doivent renfermer, un moyen sûr d'obtenir exclusivement les nitriles éthyléniques β-oxyalcoylés. Cette circonstance heureuse nous avait déjà été révélée par les essais de saponification des nitriles acétyléniques à l'aide de la potasse alcoolique, au cours desquels nous avions reconnu que toujours une partie du nitrile traité fixait 1^{mol} d'alcool (*Comptes rendus*, 22 janvier 1906).

Il convient d'employer, en général, pour 1^{mol} de nitrile, une solution de 2^{mol} de potasse dans 10 à 15 parties d'alcool. La réaction est le plus souvent énergique; on l'achève en chauffant la liqueur à reflux pendant environ 1 heure; après refroidissement, on la verse dans l'eau glacée, on agite le tout avec de l'éther, on lave et sèche la couche éthérée, et, après avoir évaporé l'éther, on rectifie le résidu.

Les nitriles acryliques β-substitués β-oxyalcoylés suivants ont été ainsi préparés :

		Points d'ébullition.
Nitrile	β-amyl-β-méthoxyacrylique $(C^5H^{11})C(OCH^3)=CH-CAz$...	125°-131° (15mm)
»	β-amyl-β-éthoxyacrylique $(C^5H^{11})C(OC^2H^5)=CH-CAz$...	134°-135° (11mm)
»	β-hexyl-β-méthoxyacrylique $(C^6H^{13})C(OCH^3)=CH-CAz$..	138°-142° (14mm)
»	β-hexyl-β-éthoxyacrylique $(C^6H^{13})C(OC^2H^5)=CH-CAz$...	141°-143° (14mm)
»	β-phényl-β-méthoxyacrylique $(C^6H^5)C(OCH^3)=CH-CAz$.	159°-166° (14mm)
»	β-phényl-β-éthoxyacrylique $(C^6H^5)C(OC^2H^5)=CH-CAz$.	166°-173° (12mm)
»	β-phényl-β-propoxyacrylique $(C^6H^5)C(OC^3H^7)=CH-CAz$.	184°-190° (22mm)

La composition élémentaire de ces produits répond d'une manière très satisfaisante à leurs formules respectives. Comme cependant ils distillent en général sur plusieurs degrés, il est possible que chacun d'eux soit un mélange de deux stéréoisomères. Quoi qu'il en soit, leur constitution est nettement établie par l'hydrolyse.

Si l'on traite à chaud les nitriles oxyalcoylés aromatiques (obtenus à partir du nitrile phénylpropiolique) par l'acide sulfurique à 1 pour 100, ils se dédoublent aisément par hydratation, avec formation de cyanacétophénone (identique au corps obtenu par M. Haller dans le dédoublement de l'acide benzoylcyanacétique), conformément, par exemple, à l'équation suivante :

$$\underbrace{(C^6H^5)(OC^2H^5)C=CH-CAz}_{\text{Nitrile phényléthoxyacrilique.}}+H^2O=\underbrace{C^6H^5-CO-CH^2-CAz}_{\text{Cyanacétophénone.}}+\underbrace{C^2H^6O}_{\text{Alcool.}}$$

L'hydrolyse des composés de la série grasse est beaucoup plus difficile à réaliser. Le nitrile amyléthoxyacrylique est à peine attaqué par l'acide sulfurique à 10 pour 100. L'action de l'acide à 20 pour 100 est encore très lente. Avec l'acide à 50 pour 100, le nitrile avait complètement disparu après 3 heures d'ébullition. Il n'a d'ailleurs pas été possible d'isoler le nitrile β-cétonique correspondant; on a retrouvé de la méthylamylcétone, produit de dédoublement qui a pris naissance d'après l'équation

$$\underbrace{C^5H^{11}-C(OC^2H^5)}_{\substack{\text{Nitrile}\\ \text{amyléthoxyacrylique.}}}=CH-CAz+3H^2O$$
$$=\underbrace{C^5H^{11}-CO-CH^3}_{\text{Méthylamylcétone.}}+C^2H^5OH+AzH^3+CO^2.$$

Nous ferons remarquer, en terminant, que ces recherches sont à rapprocher des faits analogues qui ont été observés dernièrement par l'un de nous (*Comptes rendus*, 1903 et 1904) dans l'étude de l'action des alcools sodés sur les éthers-sels acétyléniques $R-C\equiv C-CO^2R'$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Essais de réduction dans la série du diphénylméthane.* Note de M. **H. Duval**, présentée par M. H. Moissan.

Dans ma dernière Communication (*Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 198) j'ai indiqué le mode de préparation de l'azoxy- et de l'azodiaminodiphénylméthane, j'ai étudié depuis l'influence sur ces composés des agents de réduction et de benzidination.

Le chlorure stanneux, réunissant en solution acide les deux propriétés de réducteur et de benzidinant, fut d'abord employé; il donna naissance à la tétramine correspondante, provoquant une scission dans la molécule

$$NH^2 - C^6H^3\left\langle\begin{matrix} N = N \\ CH^2 \end{matrix}\right\rangle C^6H^3 - NH^2 + 2H^2$$
$$= (NH^2)^2 = C^6H^3 - CH^2 - C^6H^3 = (NH^2)^2.$$

Ce produit est en effet identique à celui obtenu par réduction au moyen du chlorure stanneux du diorthonitrodiparaminodiphénylméthane; il fournit en outre quantitativement un dérivé tétrabenzoylé.

La réaction change si l'on emploie la poudre de zinc en solution alcaline comme réducteur et si l'on décante la solution réduite dans un excès d'acide; dans ces conditions il se forme exclusivement, au bout de quelques minutes de chauffe au bain-marie, un dérivé de l'acridine suivant la réaction :

$$NH^2 - C^6H^3\left\langle\begin{matrix} NH - NH \\ CH^2 \end{matrix}\right\rangle C^6H^3 - NH^2 + HCl$$
$$= NH^4Cl + NH^2 - C^6H^3\left\langle\begin{matrix} N \\ | \\ CH \end{matrix}\right\rangle C^6H^3 - NH^2.$$

Je n'ai pas encore isolé l'hydrazo à l'état de pureté à cause de son oxydabilité et de sa solubilité par rapport à l'azo correspondant, mais le procédé de préparation, l'oxydabilité du produit obtenu et la formation d'azo qui en résulte, enfin l'impossibilité d'obtenir, dans les mêmes conditions, un dérivé acridinique en partant de la tétramine correspondante, décrite ci-dessous, établissent cette façon de voir.

Bien que, après les travaux de Claus, de Täuber, de Hinsberg et Garfunkel, de Wohl et Aue, etc. sur le diphényle, la question semble bien avancée, je me propose de continuer, sur cette série, l'étude de l'influence

des liaisons ou des chaînes sur la benzidination ainsi que sur les homologues supérieurs du diphénylméthane et, en particulier, sur les produits de réduction du dinitrodiphényléthane.

Tétraminodiphénylméthane. — On fait tomber 2g d'azo dissous dans un peu d'eau acidulée, dans une capsule chauffée au bain-marie, contenant 10g de chlorure stanneux dans 35g d'acide chlorhydrique concentré; on évapore à sec, on précipite en solution aqueuse tout l'étain par l'hydrogène sulfuré (la coloration qui s'est formée pendant l'évaporation est entraînée par le précipité de sulfure), on évapore sous pression réduite, puis, lorsqu'il ne reste plus que peu d'eau, on précipite l'amine par la potasse, on chauffe à l'ébullition pour la dissoudre, on filtre et on laisse cristalliser. Lavage à réaction neutre à l'eau glacée et recristallisation dans le minimum d'eau, après décoloration au noir animal.

Cristaux incolores solubles dans l'eau et l'alcool, insolubles dans l'éther.

$$\begin{matrix}(2)NH^2\\(4)NH^2\end{matrix}\!\!>C^6H^3-CH^2-C^6H^3<\!\!\begin{matrix}NH^2(2')\\NH^2(4')\end{matrix}.$$

Le dérivé tétrabenzoylé s'obtient quantitativement en dissolvant l'amine dans une solution alcaline et traitant par un excès de chlorure de benzoyle. Après lavage à l'eau et au carbonate de soude, on le fait cristalliser dans l'alcool où il est peu soluble. Insoluble dans l'eau, il fond à 275°.

Paradiaminoacridine. — On réduit 5g d'azo dans 200g d'eau et 20g de lessive de potasse, par 12g de poudre de zinc; lorsque la solution est décolorée on la laisse reposer un instant et on la décante dans 250^{cm^3} d'acide chlorhydrique concentré; la solution s'échauffe, on ajoute à nouveau 150^{cm^3} d'acide puis on porte au bain-marie. La masse se colore bientôt en rouge et, au bout de 8 à 10 minutes de chauffe, on laisse refroidir; il se dépose alors des aiguilles rouges de chlorhydrate de paraminoacridine, on essore, on redissout le produit dans 150^{cm^3} d'eau tiède contenant un peu d'acide chlorhydrique, on filtre et l'on ajoute 60^{cm^3} d'acide concentré qui détermine la précipitation du produit. En précipitant par la potasse le chlorhydrate redissous dans l'eau tiède, on obtient la base qui, lavée à l'eau à réaction neutre et cristallisé dans l'alcool après traitement au noir animal, fournit la paradiaminoacridine pure.

Aiguilles jaunes solubles dans l'eau bouillante, dans l'alcool et surtout dans la pyridine, fondant à 284° :

$$(4)NH^2-C^6H^3<\!\!\begin{matrix}N\\|\\CH\end{matrix}\!\!>C^6H^3-NH^2(4').$$

Les sels et particulièrement le nitrate sont très peu solubles dans une solution aqueuse contenant un excès d'acide.

Cette diamidoacridine est identique à celle décrite d'abord par Gram puis ensuite par Schöpf.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la cyclohexylacétone*. Note de M. **P. Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

J'ai publié récemment avec M. Damond (1) les premiers résultats de recherches entreprises dans le but de préparer la cyclohexylacétone

$$C^6H^{11}.CH^2.CO.CH^3.$$

Après quelques essais infructueux, je ne suis parvenu à obtenir cette cétone qu'avec un rendement médiocre; aussi le corps en question étant-il peu intéressant par lui-même, je me bornerai à exposer les quelques observations nouvelles faites au cours de cette étude que je ne compte pas poursuivre.

Les méthodes qui n'ont pas fourni de résultat sont les suivantes :

I. *Méthode à l'éther acétylacétique*. — Nous avons montré, M. Damond et moi (*loc. cit.*), que le chlorocyclohexane et l'iodocyclohexane ne se condensent pas, ou ne se condensent que dans des proportions minimes avec l'éther acétylacétique sodé.

II. *Méthode de M. Tiffeneau* (2). — Le dérivé magnésien du chlorocyclohexane a été traité par la chloracétone dans les conditions dans lesquelles on obtient de la benzylméthylcétone; la réaction s'est effectuée sans donner naissance à des quantités appréciables de produits cétoniques.

III. *Méthode de M. Blaise* (3). — Cette méthode consiste à condenser l'acétonitrile avec le dérivé magnésien du chlorure d'hexahydrobenzyle ou du bromure ou de l'iodure correspondants :

$$C^6H^{11}.CH^2.MgI + CH^3.CAz = C^6H^{11}.CH^2.C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup Az - MgI\\ \diagdown CH^3\end{matrix},$$

$$C^6H^{11}.CH^2.C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup Az - MgI\\ \diagdown CH^3\end{matrix} + 2H^2O = C^6H^5.CH^2.CO.CH^3 + MgO + AzH^4I.$$

Contre toute attente, la condensation s'est faite d'une façon anormale : les produits de la réaction, qui ne renfermaient pas la moindre trace de cétone, étaient constitués à peu près uniquement par du méthylcyclohexane, bouillant à 101°-103°, et par un carbure $C^{14}H^{26}$, bouillant à 263°-264°; ce dernier ne peut être que du *dicyclohexyléthane* formé dans la première phase de la réaction :

$$2C^6H^{11}.CH^2I + Mg = MgI^2 + C^{14}H^{26}.$$

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 593.

(2) Communication particulière.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1322.

Le seul procédé qui m'ait fourni la cétone cherchée est celui qui consiste à condenser l'iodure d'hexahydrobenzyle-magnésium avec l'aldéhyde acétique et à oxyder ensuite l'alcool secondaire ainsi obtenu par le mélange chromique :

$$C^6H^5.CH^2MgI + CHO.CH^3 = C^6H^5.CH^2.CH\begin{cases}OMgI\\CH^3\end{cases},$$

$$C^6H^5.CH^2.CHOH.CH^3 + O = H^2O + C^6H^5.CH^2.CO.CH^3.$$

Cette méthode a été employée par M. Bouveault ([1]) pour préparer l'homologue inférieur, l'hexahydro-acétophénone.

Dans ce cas encore, les résultats n'ont pas été très satisfaisants.

L'alcool secondaire, qui se forme avec un rendement de 40 pour 100 environ, est accompagné de produits supérieurs, bouillant de 105° à 130° sous 9^{mm}; ceux-ci renferment vraisemblablement du dicyclohexyléthane et des composés résultant de la condensation du magnésien avec l'aldol ou l'aldéhyde crotonique résultant de la polymérisation de l'aldéhyde employée.

L'*alcool cyclohexylpropylique secondaire*, $C^6H^{11}.CH^2.CHOH.CH^3$ est un liquide d'odeur assez agréable, peu soluble dans l'eau, bouillant à 201-202° sous la pression normale.

La *cyclohexylacétone* bout à 197° et possède une odeur à peine camphrée; elle forme un *bisulfitique* très peu soluble et une *semicarbazone* fusible à 182°,5.

La préparation des dérivés halogénés employés dans les deux dernières réactions a présenté quelques difficultés.

Le *chlorure d'hexahydrobenzyle* se forme dans une certaine proportion lorsqu'on chauffe l'alcool hexahydrobenzylique avec de l'acide chlorhydrique en vase clos; mais bien qu'il distille vers 161° et l'alcool à 182°, il est extrêmement difficile de fractionner les deux corps. D'autre part, l'action du perchlorure de phosphore conduit surtout à des produits phosphorés.

Le *bromure* ne peut pas non plus être obtenu à l'état de pureté par la méthode au tribromure de phosphore (*loc. cit.*); en effet les phosphites, qui se forment en même temps en assez grande quantité, sont partiellement décomposés par l'eau et l'alcool ainsi régénéré empêche absolument de rectifier le bromure dont le point d'ébullition est voisin de 190°.

Par contre, l'*iodure d'hexahydrobenzyle*, $C^6H^{11}.CH^2I$, se prépare assez facilement, soit au moyen du tri-iodure de phosphore (*loc. cit.*), soit en employant le phosphore

---

([1]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXIX, p. 1051.

rouge et l'iode. Les rendements obtenus sont, dans le premier cas, de 76 pour 100, dans le second, de 66 pour 100 de la théorie; la seconde méthode est la plus commode. L'iodure distille en brunissant légèrement vers 97°-99° sous 18^{mm}-19^{mm}.

L'alcool hexahydrobenzylique employé dans ces recherches a été préparé par la méthode de MM. Sabatier et Senderens, en suivant les prescriptions indiquées à propos de la préparation de l'alcool amylique racémique (¹). Le rendement maximum obtenu a été de 66 pour 100 de la théorie en partant du bromocyclohexane.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'absorption des carbonates alcalins par les composants minéraux du sol.* Note de M. **J. Dumont**, présentée par M. L. Maquenne.

On sait que la terre arable jouit de propriétés absorbantes très actives à l'égard des alcalis et de certains sels. Mais, si l'expérience montre qu'une solution alcaline titrée s'appauvrit au contact du sol qui la reçoit, il ne s'ensuit pas que l'absorption se manifeste toujours de façon identique. Abstraction faite des cas d'*insolubilisation* ou de *rétrogradation,* qui sont dus à des précipitations chimiques, il y aurait lieu d'établir une distinction fondamentale entre l'*absorption directe,* caractérisée par ce fait que la substance est fixée ou retenue sous son état primitif, et l'*absorption indirecte,* qui ne se manifeste à l'égard des alcalis qu'après une décomposition chimique préalable du sel employé, nécessitant la présence du calcaire ou d'autres composés terreux. De fait, en raison même de ces transformations, on peut admettre que la fixation des bases alcalines n'est possible directement que si elles sont libres ou carbonatées.

Comment s'effectue l'absorption des carbonates alcalins par les composants du sol? Le sel est-il fixé intégralement ou en partie? La base étant retenue seule, se produit-il un dégagement d'acide carbonique? Voilà les questions que je me suis d'abord posées.

Les matières humiques libres décomposent les carbonates alcalins à la manière des acides faibles, les éléments minéraux de la terre agissent-ils de même? Pour le savoir j'ai effectué une série de recherches avec le sable, l'argile, le kaolin, la silice, l'alumine et l'hydrate ferrique (²).

(¹) *Comptes rendus,* t. CXLI, p. 830.

(²) Le sable fin et l'argile ont été extraits d'une terre de Grignon; l'alumine et l'hydrate de fer ont été préparés par précipitation à l'ammoniaque; on a obtenu la silice en décomposant un silicate alcalin par un courant de gaz carbonique.

Les déterminations ont été faites sur des poids connus de matière lavée, puis séchée à douce température; à part le sable fin, dont on a pris 20g, tous les essais ont porté sur 4g de produit sec.

Celui-ci était placé dans un petit flacon, muni d'un tube à robinet, pouvant s'adapter à la trompe à mercure; après avoir ajouté quelques centimètres cubes d'eau, pour imbiber la matière, on introduisait verticalement dans le flacon un petit tube bouché, contenant 1cm³ d'une solution normale de carbonate de potassium (138g par litre). On faisait le vide, on fermait le robinet, puis on renversait le flacon pour répandre le carbonate de potassium sur la matière humide. Après un certain temps de contact les gaz étaient soigneusement recueillis à la trompe et l'on y dosait l'acide carbonique.

Il a été effectué ainsi cinq déterminations successives, à des intervalles de temps compris entre 2 heures et 66 heures; voici les résultats obtenus pour l'ensemble de nos essais :

Acide carbonique recueilli.

	Argile (4g)		Sable fin.	Kaolin (4g)		Silice	Hydrate	Alumine
	normale.	calcinée.	(20g).	normal.	lavé.	(4g).	de fer (4g).	(4g).
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
2 heures...	4,75	8,41	0,00	0,00	0,18	1,08	0,91	2,18
16 » ...	3,61	6,54	0,00	0,36	0,00	0,74	1,68	4,07
24 » ...	3,30	1,69	0,00	0,00	0,18	0,55	1,84	5,90
40 » ...	1,70	3,02	0,00	0,18	0,00	0,54	2,60	4,02
66 » ...	2,62	1,32	0,00	0,00	0,00	0,36	2,77	3,64
Total...	15,98	20,98	0,00	0,54	0,36	3,27	9,80	19,81

L'examen de ce Tableau montre que :

1° *Les éléments sableux du sol,* séparés par les méthodes d'analyse physique, *n'exercent aucune action décomposante sur les carbonates alcalins;*

2° *Le kaolin réagit très faiblement,* contrairement à ce que l'on aurait pu supposer de prime abord;

3° *La silice, même desséchée, décompose à froid le carbonate de potassium,* mais à un moindre degré que les autres éléments colloïdaux;

4° *Les hydrates de fer et d'aluminium réagissent très énergiquement et l'action particulière de l'alumine est de tous points comparable à celle de l'argile.*

Cette expérience présente à nos yeux un double intérêt. D'une part elle fait voir que le pouvoir absorbant est avant tout un phénomène d'ordre chimique, comme le supposait Way et comme l'ont admis ensuite MM. van Bemmelen et de Mondésir. D'autre part, il semble que l'argile de nos sols arables, telle que nous l'en séparons par lavage, n'ait qu'une très lointaine ressemblance avec le kaolin, au moins avec celui que nous avons

employé : nous n'en sommes pas autrement surpris, étant données les conditions toutes différentes de l'évolution des éléments argileux. Incorporé au sol, le kaolin ne tarderait sans doute pas à subir de profondes modifications physiques qui le rapprocheraient certainement de l'argile agricole.

Enfin une question se présente encore à l'esprit : en admettant que l'argile brute soit un silicate d'alumine hydraté impur, contenant des composés ferriques, de l'alumine libre et de la silice à l'état gélatineux, pourquoi son action, à égalité de masse, dépasse-t-elle en intensité celle de ses composants, pris individuellement ou dans leur ensemble? Y a-t-il encore dans l'argile agricole une substance que nous ne saisissons pas? Il serait téméraire, présentement, de vouloir expliquer le fait en lui-même ; je me contente de le signaler.

Observations sur la Note précédente de M. J. Dumont, par M. **L. Maquenne**.

Il nous paraît difficile de suivre M. Dumont lorsqu'il nous dit, en terminant sa très intéressante Communication, qu'il serait téméraire de vouloir expliquer les faits qu'il signale et que les propriétés absorbantes de l'argile peuvent être attribuées à quelque autre corps que nous ne saisissons pas. Tout porte à croire, en effet, que ces propriétés tiennent à la constitution chimique de l'argile et en sont une conséquence nécessaire.

Une molécule d'argile renferme quatre oxhydryles fixés sur l'aluminium, dans la même situation que celle qu'occupent les six oxhydryles de l'alumine ordinaire : elle doit donc forcément posséder encore des propriétés basiques et des propriétés acides, celles-ci dominant sans doute sur les premières à cause du voisinage d'un groupe pyrosilicique. Ce groupe, en s'hydratant, peut à son tour donner naissance à deux fonctions acides supplémentaires : l'argile doit par conséquent pouvoir contracter, avec les bases et avec les acides, des combinaisons vraisemblablement dissociables par l'eau.

Ces considérations, parfaitement d'accord avec les analogies signalées par M. Dumont, sont aujourd'hui classiques et, pour ma part, je les enseigne depuis longtemps pour expliquer les propriétés absorbantes de l'argile vis-à-vis de la potasse et de l'acide phosphorique : elles intéressent d'autant plus la Chimie agricole qu'elles fournissent une interprétation rationnelle du rôle régulateur que joue la terre dans la distribution aux plantes et l'abandon aux eaux de drainage des éléments de fertilisation qui s'y trouvent ou qu'on lui donne sous forme d'engrais.

ZOOLOGIE. — *Sur le passage à travers les ganglions spinaux de faisceaux provenant des racines motrices et se rendant aux nerfs dorsaux, chez les Batraciens.* Note de **P. Wintrebert**, présentée par M. Alfred Giard.

L'existence de fibres motrices pénétrant les ganglions spinaux est facile à constater au moyen de coupes en série, colorées par les procédés habituels, chez les Urodèles et chez les Anoures. Elle surprend d'abord et paraît s'opposer à la conception classique; elle s'explique si l'on prend soin de suivre les faisceaux moteurs à travers le ganglion; ils restent, en effet, suffisamment compacts et visibles pour qu'on puisse affirmer leur continuité avec les nerfs dorsaux. Dès lors la structure seule du ganglion est bouleversée; les fibres motrices perforent de part en part le manteau fermé (Lenhossèk) (1) de cellules ganglionnaires placé autour de la racine sensitive et cette racine elle-même; ils se rendent à leur destination périphérique par la voie la plus directe, comme si les éléments du ganglion n'existaient pas. Les fibres sensitives qui vont aux mêmes nerfs se rassemblent en des routes qui convergent aux mêmes points.

On connaît depuis longtemps l'étroite liaison de la racine ventrale et du ganglion; Lenhossèk a montré l'empiètement du ganglion sur la partie proximale du nerf mixte.

I. Anoures : A. *Rana viridis.* — Les faisceaux moteurs allant aux ganglions spinaux peuvent présenter des aspects différents suivant leur lieu d'origine. Le plus souvent, ils se détachent des racines motrices au moment du contact de celles-ci avec les ganglions; parfois les fibres de pénétration s'isolent déjà en une branche distincte juste au-dessus du ganglion; elles peuvent constituer enfin une véritable petite racine accessoire totalement indépendante depuis la moelle, mais qui, dans certains cas, s'adosse encore dans son trajet à la racine principale. L'origine médullaire de cette racine se fait à la partie latérale externe de la zone d'insertion motrice; son trajet est intermédiaire aux racines dorsale et ventrale, mais situé plus près de celle-ci; sa terminaison a lieu à l'extrémité postérieure du ganglion qu'elle aborde par sa face interne; un second faisceau ganglionnaire très court peut coexister avec elle.

Dans le ganglion, les fibres motrices suivent, en général, deux chemins distincts, l'un postérieur, l'autre antérieur; tous deux se dirigent en dehors et aboutissent à la surface dans la région dorsale de la face externe. Le premier, plus large, reste cantonné à l'extrémité postérieure; l'autre, né parfois du premier, mais souvent distinct depuis la racine motrice, se rend à l'extrémité antérieure du ganglion et

(1) *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. XXVI, 1886.

passe souvent à travers les fibres sensitives de la racine dorsale. Les deux chemins aboutissent aux deux nerfs dorsaux; ils se subdivisent quand ceux-ci sont plus nombreux.

Les nerfs dorsaux montent en dehors des apophyses articulaires, dans l'espace intertransversaire; ils donnent des fibres au muscle intertransversaire et passent dans les cloisons myomériques antérieure et postérieure qui encadrent le myotome correspondant. Les nerfs dorsaux de la dixième paire qui se dirigent en arrière passent sous le ganglion sans le traverser.

B. *Alytes obstetricans.* — On observe les mêmes pénétrations et sorties de fibres motrices. La racine ventrale est plus intimement accolée encore au ganglion, et l'on voit des cellules ganglionnaires insinuées entre ses fibres. La racine accessoire peut pénétrer le ganglion par son extrémité antérieure. En arrière du faisceau postérieur intraganglionnaire, il n'y a souvent qu'un petit groupe de cellules nerveuses.

II. Urodèles : A. *Salamandra maculosa.* — Au niveau du plexus lombosacré, un faisceau se détache souvent de la racine motrice à mi-chemin de la moelle et du ganglion; il plonge dans celui-ci par son hile interne; mais auparavant il envoie une branche au nerf dorsal interne; celui-ci présente souvent des cellules ganglionnaires autonomes et se place entre le périoste vertébral et le myotome. Dans le ganglion, le faisceau moteur se dirige en dehors et passe à travers les fibres de la racine dorsale; il se divise en plusieurs branches qui sortent vers l'angle antérodorsal de la face externe pour constituer les nerfs dorsaux externes. Ces nerfs coupent l'angle antérieur du myotome correspondant pour rejoindre la cloison myomérique adjacente.

B. *Siredon pisciformis.* — Chez les jeunes larves examinées, on suit assez bien les fibres perforantes jusqu'aux nerfs dorsaux issus des ganglions.

Conclusions. — 1° Il existe une pénétration partielle des racines motrices dans les ganglions spinaux; le faisceau perforant peut s'isoler vers la moelle, chez *Rana viridis*, jusqu'à former une racine ventro-latérale accessoire, intermédiaire avec deux autres racines et dont l'origine médullaire s'observe à la partie la plus latérale et la plus externe de la région motrice.

2° Les faisceaux perforants subdivisent la substance ganglionnaire et traversent souvent la zone des fibres sensitives. Ils constituent ainsi les *racines motrices des nerfs dorsaux*. Le nerf spinal sous-ganglionnaire, appelé nerf mixte, n'est que le *tronc mixte des fibres ventrales*.

3° Les fibres qui constituent les nerfs dorsaux ont un trajet subordonné à la conservation de leurs rapports anatomiques; la traversée du ganglion, que ne gênent point les groupes de cellules nerveuses orientés latéralement, représente la voie la plus directe qu'elles puissent suivre vers leur terminaison périphérique; les nerfs antéro-externes des Urodèles ne parviennent encore à la cloison myomérique antérieure qu'en traversant la corne antérieure du myotome; les nerfs postérieurs des Anoures, malgré l'empiétement du ganglion sur le nerf mixte (Lenhossèk) et la grande

obliquité du myotome, doivent toujours contourner en avant l'apophyse transverse qui limite en arrière l'espace où ils sont situés.

PHYSIOLOGIE. — *Action du sulfate d'hordénine sur les ferments solubles et sur les microbes*. Note de M. L. CAMUS, présentée par M. Guignard.

Le sulfate d'hordénine, qui agit sur l'appareil cardio-vasculaire, comme je l'ai précédemment indiqué ([1]), influence aussi l'appareil digestif et les sécrétions digestives; je montrerai ailleurs que les systèmes nerveux glandulaire et intestinal réagissent à l'alcaloïde comme le système nerveux cardiaque. Les glandes sécrètent sous l'influence d'une certaine dose d'alcaloïde et cessent de réagir à leurs excitants habituels quand l'organisme est sous l'influence d'une dose plus considérable de cette substance.

J'indiquerai présentement les modifications que subissent les fermentations et les cultures microbiennes quand elles sont faites en présence du sulfate d'hordénine.

I. *Action sur les ferments solubles*. — J'ai étudié l'action du sulfate d'hordénine sur les fermentations qui se font par l'intermédiaire de la pepsine, de la trypsine, de la présure, de l'invertine, de la maltase.

Pepsine. — La digestion de l'albumine coagulée par la pepsine est retardée par la présence du sulfate d'hordénine; le retard augmente avec la quantité d'alcaloïde. Si la digestion a été arrêtée avec une certaine dose de sulfate, on peut la faire repartir en augmentant la proportion de pepsine.

Trypsine. — Le sulfate d'hordénine agit sur le suc pancréatique kinasé comme sur la pepsine.

Présure. — La coagulation du lait par la présure est aussi entravée par la présence du sulfate d'hordénine. Une solution de présure capable de déterminer en 3, 5 et 7 minutes la coagulation d'une certaine quantité de lait renfermant 1, 1,25, 2,50 pour 100 de sulfate d'hordénine ne fait pas coaguler, même en 24 heures, une égale quantité de lait quand la proportion de sulfate est de 5 ou de 10 pour 100. L'incoagulabilité du lait sulfaté à 5 pour 100 n'a rien d'absolu; par exemple, en employant $0^{cm^3},5$ de présure à 0,6 pour 100 au lieu de $0^{cm^3},1$, on voit la coagulation se faire en 10 minutes; si l'on fait agir 1^{cm^3} de cette même solution de présure, la coagulation se fait en 4 minutes. Il y a donc ici, comme dans le cas de la pepsine et de la trypsine, antagonisme du sulfate d'hordénine et du ferment et il est intéressant de déterminer la nature de cet antagonisme.

J'ai constaté que la durée du contact du sulfate d'hordénine et de la présure n'in-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLII, 22 janvier 1906, p. 237-239.

fluence pas l'activité de celle-ci et de même que la durée d'action du sulfate sur le lait n'a pas d'effet appréciable.

On devait se demander ce que devient le ferment dont l'action sur le lait est empêchée par une quantité convenable de sulfate d'hordénine. Si, par exemple, à 2^{cm^3} de lait sulfaté à 5 pour 100 on ajoute $0^{cm^3},1$ de ferment à 1,2 pour 100, on ne voit à aucun moment la coagulation se produire, mais si, après 30 minutes de contact à 40°, on prélève 1^{cm^3} du mélange et qu'on l'ajoute à 1^{cm^3} de lait frais porté à 40°, on obtient la coagulation de ce nouveau mélange en 1 heure 38 minutes. Le ferment n'a donc pas été détruit par le sulfate d'hordénine, il est resté simplement à l'état latent.

La température optima pour l'action du sulfate d'hordénine et celle pour l'action du ferment ne coïncident pas; aussi peut-on aisément constater que le lait sulfaté, incoagulable à 40°, se coagule si l'on abaisse la température à 30°.

Enfin on peut constater que des quantités très considérables de sulfate d'hordénine sont incapables de détruire de très faibles quantités de présure. Après avoir soumis à la température de 40° un mélange de présure et de sulfate d'hordénine dans le rapport de 1 à 300, on constate que la présure est toujours capable de faire coaguler le lait si le mélange est dilué dans une quantité suffisante de lait pour que la proportion de sulfate y soit assez faible. Le sulfate d'hordénine n'altère donc pas le ferment et, s'il l'empêche d'agir, c'est vraisemblablement parce qu'il modifie le lait. Du reste le lait sulfaté devient coagulable par la chaleur et, à la température du laboratoire, il est précipité par une proportion de 5 pour 100 de ce sel.

En résumé, il y a antagonisme du sulfate d'hordénine et du ferment, mais cet antagonisme est indirect, en ce sens que la coagulation et la non-coagulation dépendent de la prédominance de l'une des deux substances sur la matière coagulable.

L'*invertine*, la *maltase*, la *lipaséidine* ne sont pas arrêtées dans leur action par le sulfate d'hordénine.

II. *Action sur les microbes.* — J'ai recherché pour plusieurs espèces microbiennes quelle était la proportion de sulfate capable d'entraver les cultures.

Les espèces étudiées jusqu'à présent sont le Bacille Coli, le B. d'Eberth, le Vibrion de Massaouah et le V. de Finkler et Prior. L'ensemencement a été fait dans du bouillon renfermant des proportions croissantes de sulfate.

Le B. Coli et le V. de Massaouah ne cultivent plus en présence de 4 pour 100 de sulfate; le B. d'Eberth et le V. de Finkler et Prior en présence de 5 pour 100 de ce sel.

L'action antiseptique du sulfate d'hordénine n'est pas due à une modifi-

cation de tension osmotique du milieu, je m'en suis assuré par des expériences comparatives faites avec du chlorure de sodium; tient-elle à une action de l'alcaloïde sur les substances assimilables du bouillon ou sur le protoplasma cellulaire?

Quelques expériences sont encore à réaliser pour résoudre ces questions, mais on peut dès maintenant se demander si la thérapeutique doit fonder quelque espoir sur l'emploi de l'hordénine.

Je puis dire, d'après mes recherches, que, bien que la toxicité du sulfate d'hordénine soit très faible par ingestion, il ne semble pas que l'on puisse songer à réaliser avec cette substance l'antisepsie absolue du tube digestif. Un effet antiseptique partiel est seul à espérer, mais on doit se rappeler que cet alcaloïde agit aussi sur le système cardio-vasculaire, sur l'appareil digestif, sur les sécrétions et que ces propriétés pourront peut-être rendre d'excellents services dans le traitement des affections intestinales.

Les études cliniques établiront donc la valeur thérapeutique du sulfate d'hordénine en tenant compte non seulement de ses propriétés antiseptiques, mais encore de ses effets sur l'ensemble de l'organisme.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Les proportions de chloroforme que contient le sang artériel pendant l'état d'anesthésie n'ont pas de rapport direct avec les effets qu'elles produisent.* Note de M. **J. Tissot**, présentée par M. Chauveau.

Pendant l'état d'anesthésie, en dehors des modifications que la manière d'administrer l'anesthésique fait subir au taux de chloroforme dans le sang artériel, on observe les faits suivants :

1° Pendant l'anesthésie avec les mélanges titrés, toute augmentation de la ventilation pulmonaire a pour effet d'élever rapidement le taux du chloroforme dans le sang artériel.

2° Au cours d'une syncope respiratoire, le taux du chloroforme diminue progressivement dans le sang artériel; cette diminution est fonction du temps et de la vitesse de la circulation du sang.

3° La proportion de chloroforme du sang artériel peut, sans provoquer la mort, devenir supérieure pendant 12 à 15 minutes et même plus à la dose mortelle pour le cerveau ou à la dose que contiendra le sang artériel au moment de la mort par le chloroforme. Voici un exemple du fait :

Sang artériel 12 m. 30 sec. avant la syncope mortelle...	$58^{mg},5$	pour 100^{cm^3} de sang
» 6 minutes » ...	60	»
Dose mortelle dans le cerveau	57	pour 100^g de substance

4° Il n'y a pas de rapport direct entre les proportions de chloroforme du sang artériel et les effets qu'elles produisent.

Exemple. — Dans une expérience, une proportion de 60^{mg} de chloroforme dans le sang a déterminé une syncope respiratoire qui a disparu spontanément, tandis que, 6 minutes plus tard, une dose de $50^{mg},7$ provoquait la mort; la dose mortelle pour le cerveau était, chez cet animal, de $48^{mg},6$.

5° Il n'y a pas de rapport direct entre les proportions de chloroforme du sang artériel et les effets qu'elles exercent sur la pression artérielle. Exemple :

Pression artérielle	154^{mm}	81^{mm}	60^{mm}	45^{mm}
Proportion de chloroforme pour 100^{cm^3} de sang.	$44^{mg},2$	$66^{mg},2$	$54^{mg},2$	60^{mg}

La courbe de la pression artérielle renseigne donc sur le degré d'intoxication des centres nerveux mais non pas sur les variations des proportions de chloroforme dans le sang.

6° Une proportion déterminée de chloroforme dans le sang artériel met un certain temps avant de produire son maximum d'effet.

On vient de voir que, dès le début d'une syncope, la proportion de chloroforme diminue dans le sang artériel. Or, au moment de la mort, c'est souvent 2 minutes seulement après l'arrêt respiratoire définitif que se produit le fléchissement brusque de la pression artérielle indiquant que le cœur est frappé et que l'animal va mourir. Ce retard de 2 minutes représente le temps nécessaire à la diffusion du chloroforme du sang artériel aux centres nerveux pour la production de l'effet mortel.

De l'ensemble de ces faits et de ceux contenus dans ma Note précédente résulte la proposition suivante :

Il n'y a pas de rapport direct entre les proportions de chloroforme contenues dans le sang artériel et les effets qu'elles déterminent; ces effets dependent, non pas de ces proportions elles-mêmes, mais de la valeur des quantités de chloroforme que les lois de la diffusion permettent au sang artériel de céder aux centres nerveux.

La valeur de la quantité de chloroforme qui diffuse du sang aux centres nerveux est fonction de quatre facteurs : 1° du temps; 2° du rapport entre les proportions respectives de chloroforme du sang et des centres nerveux; 3° de la vitesse de la circulation du sang; 4° de la nature des deux milieux en contact.

L'influence de la vitesse du courant circulatoire est démontrée par le fait suivant :

La différence entre les proportions de chloroforme dans le sang veineux et le sang artériel n'est que de 3^{mg} à 5^{mg} au début de l'anesthésie et lorsque la pression artérielle est élevée; elle monte à 20^{mg} et 30^{mg} lorsque la pression artérielle s'abaisse à un niveau très bas. Lorsque la pression artérielle est très basse, le sang cède aux tissus une quantité plus considérable de chloroforme parce qu'il y séjourne plus longtemps et parce que la quantité de sang qui y passe pendant l'unité de temps est beaucoup plus faible.

Le sens du phénomène de diffusion, qui se produit du sang aux tissus pendant l'administration du chloroforme, se renverse 1 ou 2 minutes après l'arrêt de l'inhalation de l'anesthésique et se fait dès ce moment des tissus au sang. L'expérience suivante le démontre :

Expérience. — On maintient un animal anesthésié pendant 30 minutes. Avant de cesser l'administration du chloroforme on fait une prise de sang artériel et une prise de sang veineux; puis on cesse immédiatement après l'inhalation et l'on fait des prélèvements de sang veineux et de sang artériel à des intervalles de plus en plus éloignés. Voici les résultats obtenus :

	Avant l'arrêt du chlorof.	4^m après l'arrêt.	12^m après.	45^m après.	2^h après.	$4^h 30^m$ après.	10^h après.
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
Prop. de chlorof. dans 100^{cm^3} de sang artériel.	53,2	28,4	13,2	5,8	»	»	»
Prop. de chlorof. dans 100^{cm^3} de sang veineux.	48,1	32,5	16,2	7,7	4,9	2,2	1

Si l'on représente ces chiffres par deux courbes, on voit que leur intersection, c'est-à-dire l'inversion du phénomène de diffusion, se produit 2 minutes après l'arrêt de la chloroformisation et que la proportion de chloroforme est à ce moment de $39^{mg},5$ dans le sang artériel comme dans le sang veineux.

Ces résultats, joints aux faits que j'ai déjà signalés dans cette Note et dans mes Notes précédentes, nous amènent à une conclusion pratique importante.

Pour éviter l'accumulation du chloroforme dans l'organisme, le meilleur procédé est de donner l'anesthésique de façon intermittente; ce procédé est précisément celui employé actuellement par la plupart des chirurgiens. La diminution rapide du chloroforme dans le sang artériel et dans le sang veineux permet ainsi de maintenir la proportion de chloroforme dans les centres nerveux à un taux non dangereux et d'en éviter l'accumulation. Les faits que j'ai exposés expliquent la parfaite innocuité de la chloroformi-

sation pratiquée de cette manière et montrent que l'on évitera facilement les accidents en se rappelant :

1° Qu'il faut donner l'anesthésique avec prudence lorsqu'il se produit une augmentation de la ventilation pulmonaire, surtout au moment de la période d'excitation;

2° Qu'il faut déterminer l'anesthésie lentement;

3° Que, lorsqu'on administre le chloroforme par le procédé de la compresse, il faut le donner régulièrement, goutte à goutte.

PATHOLOGIE. — *Contribution à l'étude de l'anatomie pathologique des cancers épithéliaux de la prostate.* Note de MM. **Motz** et **Majewski**, présentée par M. Guyon.

Les tumeurs épithéliales de la prostate sont formées soit de productions épithéliales alvéolaires (cancer alvéolaire), soit de productions plus ou moins alvéolaires, mais accompagnées ou précédées d'une néoformation de culs-de-sac glandulaires. Les glandes néoformées sont ordinairement beaucoup plus petites que les glandes normales de la prostate. Leur nombre, dans certains cas, est très restreint (adéno-carcinome); dans d'autres cas, au contraire, il est considérable (adéno-épithélioma d'Albarran et Hallé). Ces deux dernières variétés constituent la grande majorité des tumeurs épithéliales de la prostate.

Dans le cancer alvéolaire et dans l'adéno-carcinome, le stroma conjonctivo-musculaire de la prostate devient ordinairement scléreux. Dans l'adéno-épithélioma, cette transformation fibreuse ne se produit pas ou se produit très lentement. Comme le diagnostic clinique de la carcinose prostatique se fait grâce à l'apparition du tissu fibreux dans l'intérieur de la glande, la conservation fréquente de la consistance normale de la prostate rend impossible le diagnostic clinique d'un grand nombre de tumeurs prostatiques.

La propagation ganglionnaire des tumeurs de la prostate est presque constante. Nos recherches à ce point de vue nous ont donné un résultat positif dans vingt-cinq cas sur vingt-six cas de carcinose prostatique diagnostiquée cliniquement dans le service de notre maître, M. le professeur Guyon.

Les infiltrations cancéreuses des vésicules séminales ont été constatées dans vingt cas. Elles sont souvent beaucoup plus prononcées à gauche qu'à droite.

Le péritoine a été envahi par des productions néoplasiques dans trois cas.

Le rectum, qui dans la carcinose prostato-pelvienne est souvent entouré de masses cancéreuses, reste ordinairement intact.

La propagation du néoplasme aux vertèbres et au pubis n'est pas rare.

La vessie présente souvent des propagations néoplasiques. Nous les avons trouvées dans vingt cas sur vingt-six de carcinose prostatique diagnostiquée cliniquement. Cette infiltration peut se présenter soit sous la forme larvée visible seulement au microscope, soit sous la forme de productions visibles à l'œil nu. Quand la tumeur n'a pas pris du côté de la vessie un développement considérable elle peut se présenter sous la forme, soit de petites nodosités plus ou moins ulcérées et disséminées sur le trigone, soit sous la forme des gros bourrelets qui soulèvent la muqueuse vésicale dont ils sont coiffés, ou enfin de petites tumeurs plus ou moins sessiles. Dans d'autres cas la tumeur infiltre et ulcère largement les parois vésicales.

La propagation uréthrale a été constatée dans sept cas : dans deux cas il n'y avait que des végétations néoplasiques, dans quatre cas l'urèthre postérieur était profondément ulcéré et dans un cas il était presque complètement détruit. Le corps spongieux était envahi dans trois cas.

Les métastases ont été trouvées chez cinq malades : trois fois dans le foie, deux fois dans la plèvre et le poumon, une fois dans le rein et une fois dans le fémur.

CHIRURGIE. — *La trépanation rolandique et la ponction ventriculaire dans l'arriération.* Note de M. **O. Laurent**, présentée par M. Lannelongue.

Lorsque, le 30 juin 1890, M. le professeur Lannelongue préconisait, à l'Académie des Sciences, la trépanation dans la microcéphalie, il rendait le service le plus signalé en projetant de la lumière sur un domaine obscur, en s'attaquant au domaine si réfractaire de l'arriération. L'opinion dominante du jour est celle de l'abstention. Mais, si nous considérons qu'actuellement une large trépanation est souvent inoffensive, que le diagnostic des affections cérébrales est fréquemment imprécis et que l'action de l'intervention chirurgicale est bien nette dans certaines lésions inflammatoires d'ordre divers, nous pouvons déjà conclure, du simple examen des travaux

parus sur l'arriération, que les indications de la *nature* et de l'*étendue* de l'intervention chirurgicale, dans ce cas, n'ont pas de netteté pratique suffisante et que de nouvelles études sont nécessaires pour mettre la question tout à fait au point.

Au point de vue pratique, nous pouvons diviser les arriérés (l'atrophie du cerveau étant mise a part) en deux grandes classes : *arriérés essentiels, justiciables du traitement médico-pédagogique*, et *arriérés lésionnels, justiciables du traitement médico-chirurgical.*

La différenciation peut être très difficile, *mais il suffira, en général, de retrouver les signes de la méningite chronique, surtout de la méningite rolandique, de l'hydrocéphalie relativement peu développée, de l'exagération réactionnelle de l'écorce,* dont la contracture musculaire est le type, et de l'*atrophie peu marquée du cerveau.*

L'arriération avec troubles sensitivo-moteurs indique la trépanation large des deux sillons de Rolando : celle-ci décongestionne la région dénudée et même le cerveau tout entier, décomprime celui-ci, atténue ou fait cesser une pression intra-crânienne parfois très élevée; elle agit à titre trophique en favorisant le développement sensitivo-moteur et intellectuel; la taille et le poids sont favorablement influencés.

I. La *ponction et le lavage ventriculaire,* également préconisés par Lannelongue, *pourront être combinés à la trépanation dans la méningite avec hydrocéphalie:* la ponction diminue la pression excentrique et fait apparaître les battements du cerveau. Elle doit extraire 60^g et même 100^g de liquide. *Nous préconisons, après l'ablation du spina-bifida, la ponction ventriculaire plus ou moins fréquemment répétée à titre préventif de l'hydrocéphalie.*

Nous avons opéré une fille de 4 mois pour spina-bifida et, dans les 11 mois consécutifs, nous avons pratiqué huit séances de ponctions du cerveau. Le trocart est enfoncé par la fontanelle antérieure, à droite ou à gauche de la ligne médiane, à 4^{cm} ou 6^{cm},5 de profondeur; le stylet retiré, nous introduisons dans la canule du trocart une fine sonde en caoutchouc durci, ce qui facilite singulièrement l'écoulement du liquide. Nous en retirons d'abord 30^g, 40^g ou 50^g, pour injecter ensuite 20^g à 30^g d'eau ou de sérum artificiel tiède, mélangé de deux gouttes de teinture d'iode pour 20^g de sérum, puis, seconde extraction de 30^g à 50^g suivie d'un lavage iodé, 20^g environ de celui-ci étant laissés dans le cerveau. L'enfant avait une légère fièvre pendant 24 heures et tout rentrait dans l'ordre sans convulsions.

II. *La trépanation rolandique bilatérale peut améliorer considérablement la maladie de Little avec athétose et tétanie généralisée,* comme le prouve notre deuxième cas :

Nous avons trépané toute la longueur des deux sillons de Rolando chez un garçon

de près de 10 ans, qui n'a jamais pu marcher et qui présentait, depuis la naissance peut-on dire, des contractures spasmodiques de tous les muscles volontaires avec tétanie. L'amélioration est très marquée aux points de vue physique et intellectuel : il s'exprime avec beaucoup plus de netteté et de facilité et ses réparties sont parfois très fines; appuyé, il peut se tenir debout, de lui-même. Et, avant les trépanations, il était contorsionné dans les plus étranges attitudes par les contractures de tous ses muscles volontaires et en agitation permanente. Le courant électrique appliqué sur les circonvolutions rolandiques pendant la séance opératoire a fait élever le membre supérieur à plus de 30^{cm} ou 40^{cm}.

Dans notre cas de maladie de Little, il existait nettement de la méningite de la convexité; la trépanation bilatérale et large a atténué d'une façon très marquée les contractures et amélioré l'état général.

III. Nous avons guéri radicalement un enfant de 15 mois atteint d'hydrocéphalie avec parésie des membres inférieurs. Nous avons, en deux séances, après trépanation, placé et laissé à demeure deux drains dans le cerveau, de manière à faire communiquer les ventricules latéraux avec la cavité sous-arachnoïdienne, *drainage ventriculo-sous-arachnoïdien* (Watson-Cheyne).

Par une ouverture du crâne et de la dure-mère, à 3^{cm} au-dessus et en arrière du méat auditif, nous avons introduit un petit écheveau de crins de Florence d'un côté et, de l'autre, un faisceau de catgut, que nous regardons comme étant moins irritant. L'enfant a présenté des signes de réaction légère; puis le calme s'est rétabli et l'enfant est aujourd'hui guéri : il parle bien, marche facilement et est très intelligent. *Ce cas est un exemple de tolérance du cerveau pour les corps étrangers.*

IV. *La trépanation rolandique bilatérale, avec ponctions ventriculaires, est applicable, à titre palliatif, à certaines méningites chroniques graves et accompagnées de cris et d'agitation continue.*

Chez un enfant de 5 ans, atteint de méningite chronique et d'hydrocéphalie depuis l'âge de 5 mois, nous n'avions largement trépané les deux sillons de Rolando que dans le seul but d'amener la disparition des convulsions, de l'agitation continue de l'enfant qui était en mouvement perpétuel pour ainsi dire, et la disparition des cris, tous phénomènes rendant la vie de la mère intolérable. Ce résultat a été atteint immédiatement. Mais il y a plus : c'est que l'intelligence, que nous avions crue à jamais fermée, s'est quelque peu ouverte à la lumière, car, depuis la seconde trépanation, l'enfant donne la main lorsqu'on la lui demande et sourit. Nos interventions ont donc provoqué les premières manifestations intellectuelles. Si l'on considère que cet enfant, âgé de 5 ans, est malade depuis l'âge de 5 mois, il faut regretter que l'intervention ait été aussi tardive. Combien est grand aussi le retard de nos interventions chez Charles Toussaint, atteint de maladie de Little cérébrale et soumis à nos soins vers l'âge de 10 ans seulement.

En terminant, je souligne une observation d'ordre général : j'ai vu un

très grand nombre d'enfants atteints de troubles psycho-moteurs aux degrés les plus divers de gravité et j'ai, dans certains cas, conseillé une intervention qui n'a pas été acceptée. Il m'est arrivé, d'autre part, d'intervenir sans résultat et j'ai eu deux morts. J'ai relaté des cas de succès ou d'amélioration accentuée; j'aurais pu en relater d'autres. Et cependant ces enfants ont été soignés aux Enfants assistés, où le *traitement consécutif, si utile : électrisation, massage, etc.*, a été forcément irrégulier. J'estime donc que tout enfant arriéré doit être soumis à l'examen très minutieux d'un neuropathologiste, la superbe chirurgie d'aujourd'hui étant assez puissante pour arracher plus d'un de ces petits déshérités aux misères de la nuit intellectuelle.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de brèches calcaires et polygéniques dans les montagnes situées au sud-est du mont Blanc.* Note de MM. **Kilian** et **P. Lory**, présentée par M. Michel Lévy.

De récentes explorations dans la portion des chaînes intra-alpines qui s'étend de la Tarentaise au Valais et qui se trouve comprise entre la Lée (l'Allée) Blanche, le val Veni, les vals Ferret italien et suisse au Nord-Ouest, le Petit Saint-Bernard, Courmayeur, le Grand Saint-Bernard, Liddes et le val de Bagnes au Sud-Est, nous ont permis de constater le grand développement que prennent dans cette zone de nos Alpes, entre la Tarentaise et le Valais, des *formations bréchoïdes* semblables à celles que l'un de nous a décrites, en collaboration avec M. Révil, en Maurienne et dans les environs de Moutiers en Tarentaise.

La région ainsi délimitée, à laquelle appartiennent notamment les massifs du Crammont, du mont Chétif, de la Saxe, de la Grande Golliaz, du mont Ferret, col de Fenêtres, des Échesses et du Six-Blanc possède une structure isoclinale (avec pendage Sud-Est) très régulière et peut être considérée comme une *zone de racines;* elle est comprise entre le massif cristallin du mont Blanc au Nord-Ouest et la *zone houillère* à sédiments plus ou moins métamorphiques (schistes de Casanna, pseudogneiss, etc.) au Sud-Est.

Nous avons pu y reconnaître dans la partie Nord-Ouest une zone de sédiments à *facies dauphinois* et, dans la partie Sud-Est, une bande parallèle de terrains à *facies briançonnais;* c'est dans cette dernière que se montrent d'importants bancs de *brèches* parmi lesquels il y a lieu de distinguer :

a. Des brèches à ciment calcaire largement développé et fragments de calcaires jau-

nâtres et noirâtres, identiques à la brèche du Télégraphe dont l'un de nous a établi l'âge *liasique* en Maurienne et Tarentaise, horizon devenu aujourd'hui classique dans les Alpes françaises. Comme cette dernière, ces brèches sont indéniablement liées au Lias avec les bancs duquel elles alternent. On peut les observer au nord-ouest du Mayentzet de Bagnes, dans la partie supérieure de la Combe de Lâ, sur les pentes du mont Ferret, près d'un des lacs de Fenêtre, etc.

b. Des brèches polygéniques, remarquables par l'abondance des galets de micaschistes et de roches cristallines associés à des fragments calcaires, ainsi que par un ciment plus siliceux. Parmi les débris englobés figurent quelques fragments de calcaire zoogène probablement liasiques.

Ces dernières brèches sont *identiques* à celles dont l'âge éogène a été reconnu aux environs de Moutiers par l'un de nous, en collaboration avec M. Révil, puis confirmé par M. Marcel Bertrand.

Elles se montrent très développées dans le massif du Crammont (Arpvielle), puis à l'est de la Seigne et des Mottets. Au nord-est des Chapieux elles constituent, avec des alternances de schistes et de calcaires siliceux d'aspect gréseux, une puissante masse (synclinale) limitée à l'Ouest par des dépôts triasiques (Jeloge) et à l'Est par des schistes liasiques *lustrés* avec masses de roches vertes intercalées (vallée du Versoyen). Une étude ultérieure nous montrera si cette importante formation bréchoïde, qui occupe en Italie de notables surfaces (Crammont) et qui figure, sans doute à tort, sur la feuille Albertville de la Carte géologique de France, comme *schistes lustrés supérieurs ou jurassique moyen*, doit être définitivement rattachée à l'éogène.

Si l'on réfléchit qu'il s'agit ici d'une *zone de racines* bien caractérisée, dans laquelle l'existence de nappes ou de lambeaux de recouvrement peut être *a priori* absolument écartée, et que l'on rapproche ce fait de la présence de *deux séries de brèches* fort analogues, sinon identiques, à celles que nous venons de décrire, dans les lambeaux et nappes de charriage des zones externes des Alpes (massif du Sulens, Chablais, Préalpes suisses), on est amené à conclure que vraisemblablement l'origine [1] d'une partie au moins de ces nappes à brèches exotiques doit être cherchée, soit dans la *zone de racines* en question, située entre le mont Blanc et la grande bande houillère, plus ou moins métamorphique, qui court du Petit au Grand Saint-Bernard, soit dans le voisinage immédiat de cette même zone.

---

[1] On ne saurait trop se pénétrer, lorsqu'on procède à la recherche des *racines* des *nappes* charriées, de cette considération que la plupart des assises qui composent ces nappes ont beaucoup de chances, étant les plus élevées de la série, de ne plus exister dans les *racines* anticlinales profondément décapées par l'érosion, ou de ne s'y rencontrer qu'à l'état d'intercalations synclinales secondaires et peu importantes. Les terrains prédominants appartiennent *nécessairement* dans la nappe charriée à des étages plus récents que ceux qui prédominent dans la zone des racines.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Résultats des observations magnétiques, faites à l'Observatoire d'Athènes, pendant les années* 1900-1903. Note de M. **D. Éginitis**, présentée par M. Lœwy.

Pendant les trois derniers siècles, plusieurs observateurs étrangers, de passage ou en mission scientifique en Grèce, ont effectué dans différentes régions du pays bon nombre d'observations magnétiques. Mais, jusqu'au milieu de l'année 1899, on n'y a jamais poursuivi, d'une façon régulière et continue, la détermination des éléments du magnétisme terrestre. On ne possédait, en effet, jusqu'à cette époque, que de rares déterminations isolées, faites sur quelques points, en grande partie maritimes, du pays. Ces observations, effectuées dans un but qui n'était pas purement scientifique, non seulement n'étaient pas complètes et ne s'étendaient que sur une partie déterminée de la Grèce, mais, en outre, la plupart d'entre elles ne possédaient pas l'exactitude nécessaire à une étude précise.

Dans la seconde moitié du siècle passé on a effectué, dans plusieurs points de la Grèce, quelques observations magnétiques complètes et précises; on doit mentionner trois missions de la marine française et un petit nombre d'observateurs.

Parmi les observateurs étrangers, MM. de Bernardières, d'Abbadie et Hartl sont les seuls qui aient fait des observations complètes. Les observations des officiers français, MM. Lephay et Le Cannellier, qui comprennent la déclinaison et la composante horizontale, sont faites de même avec beaucoup de soin.

En 1899 nous avons fondé, à l'Observatoire d'Athènes, un service magnétique; les instruments affectés aux mesures des *valeurs absolues* sont : un *théodolite-boussole* et une *boussole d'inclinaison,* moyen modèle, fournis par M. Chasselon; pour les *variations* des éléments magnétiques, nous avons installé dans un pavillon magnétique, construit sur la colline de l'Observatoire, le *magnétographe* de M. Mascart, fourni par M. Carpentier ([1]).

Nous allons donner ici un résumé des résultats de nos observations (1900-1903).

Moyennes annuelles des éléments magnétiques.

Éléments.	1900.	1901.	1902.	1903.
Déclinaison.......	5°42',27	5°34',14	5°26',65	5°20',19
Inclinaison.......	52° 7',7	52° 7',4	52° 4',7	52° 4',2

([1]) Tous ces instruments ont été construits avec beaucoup de soin, sous la surveillance de M. Th. Moureaux, à qui nous adressons d'ici même tous nos remercîments.

Éléments.	1900.	1901.	1902.	1903.
Comp. horizontale.	0,26063	0,26090	0,26141	0,26114
Comp. verticale...	0,33514	0,33541	0,33541	0,33508
Comp. Nord......	0,25934	0,25967	0,26023	0,26001
Comp. Ouest.....	0,02591	0,02532	0,02480	0,02429
Force totale......	0,42456	0,42494	0,42536	0,42482

Pour déterminer les heures précises des *maxima* et *minima* diurnes de la déclinaison, de la composante horizontale et de la composante verticale, nous avons pris dans chaque mois les jours *calmes*, de dix à quinze, pour lesquels les courbes des enregistreurs présentent une allure bien régulière; les caractères que présente la marche moyenne diurne des différents éléments magnétiques sont résumés ci-après.

La *déclinaison* présente deux maxima et deux minima diurnes. Le maximum principal se produit vers 13^h et le minimum vers $8^h,5$; le maximum secondaire a lieu vers $3^h,8$ et le minimum secondaire vers $23^h,1$. L'heure du maximum principal est presque constante pendant toute l'année, tandis que celle du minimum principal varie de 8^h environ en été à $9^h,5$ environ en hiver. L'heure du maximum secondaire est presque aussi variable, tandis que celle du minimum est, au contraire, plus constante. L'amplitude de l'oscillation principale est, en moyenne, d'environ $6'$; elle varie de $8'$ en été à $3'$ en hiver.

La *composante horizontale* présente aussi une double oscillation diurne. Le maximum principal a lieu vers 13^h et le minimum vers $9^h,5$; le maximum secondaire se produit vers $6^h,2$ et le minimum vers $17^h,5$. L'heure du maximum principal est très variable; de 15^h en été à 10^h environ en hiver; les heures des trois autres valeurs extrêmes sont assez constantes. L'amplitude de la variation principale est d'environ 0,00037 ; elle diminue environ de 20 unités du 5e ordre décimal de l'été à l'hiver.

La *composante verticale* présente aussi une double oscillation diurne. Le maximum principal a lieu vers 12^h et le minimum vers 7^h ; le maximum secondaire se produit vers $4^h,6$ et le minimum vers $21^h,5$. Les heures de ces valeurs extrêmes ne sont pas très variables; surtout celles du maximum principal et du minimum secondaire sont assez constantes. L'amplitude de l'oscillation principale est en moyenne de 0,00032 environ; elle diminue de 20 unités à peu près du 5e ordre décimal de l'été à l'hiver.

Les courbes moyennes de l'*inclinaison*, construites d'après les valeurs moyennes horaires, montrent un maximum vers 10^h et un minimum vers minuit. La variation diurne de l'inclinaison est en moyenne de $2'$ environ; elle diminue de $2',5$ en été à $1',5$ en hiver.

La *composante Nord* présente une double oscillation diurne. Un maximum principal se produit vers 13^h et un minimum vers 18^h; un maximum secondaire a lieu vers 6^h et un minimum vers 10^h. L'amplitude de l'oscillation principale est de 0,00040; elle diminue de l'été à l'hiver de 20 unités à peu près du 5e ordre décimal.

La *composante Ouest* présente une double oscillation diurne. Un maximum principal se produit vers 13^h et un minimum vers 19^h; un maximum secondaire a lieu vers 4^h, et un minimum vers minuit. L'amplitude de l'oscillation principale est de 0,00050; elle diminue de 40 unités du 5e ordre décimal de l'été à l'hiver.

La *force totale* présente une double oscillation diurne. Un maximum principal se produit vers 13^h et un minimum vers 18^h; un maximum secondaire a lieu vers 6^h et un minimum vers minuit. L'amplitude de l'oscillation principale est d'environ 0,00095; elle diminue de 25 unités à peu près du 5e ordre décimal de l'été à l'hiver.

Depuis le 28 octobre 1902, on envoie du Phalère à Athènes, au moyen d'un conducteur aérien, qui passe à une distance de 354^m de l'Observatoire, un courant pour l'éclairage électrique de cette ville. Le transport de cette énergie électrique n'a produit aucun trouble sensible sur nos courbes magnétiques.

Malheureusement cet état de choses n'a pas continué; le chemin de fer du Pirée fut remplacé, en 1904, par un tramway électrique, dont le courant n'a produit aucun effet sensible sur la courbe du bifilaire, mais trouble beaucoup celle de l'enregistreur de la composante verticale et un peu celle du déclinomètre. Les courbes de la composante verticale sont inutilisables pendant tout le temps du fonctionnement du tramway.

Par suite de cet état de choses nos observations magnétiques directes sont faites vers 2^h du matin, lorsque le tramway ne fonctionne plus.

PHYSIQUE DU GLOBE. — Extrait d'une lettre du P. CIRERA.

Le mercredi 31 janvier, entre $3^h 47^m 1^s$ et 6^h p. m. temps de Greenwich, le microsismographe Vicentini de l'observatoire de l'Ebre a enregistré un tremblement de terre.

Les grandes oscillations ont eu lieu à $4^h 15^m$ et la phase maxima à $4^h 20^m$. La composante Est-Ouest a enregistré les oscillations de beaucoup les plus grandes.

Le même jour on a enregistré une perturbation magnétique et une autre parallèle à celle-ci dans les courants telluriques; les plus grandes déviations se sont produites vers 10^h p. m. Ces perturbations seraient en rapport avec l'activité remarquée dans le disque solaire.

PHYSIQUE DU GLOBE. — MM. **Kilian** et **Paulin** adressent de Grenoble, à la date du 31 janvier, la dépêche suivante :

Sismographe Kilian-Paulin a enregistré aujourd'hui, à $4^h 4^m 30^s$ soir méridien Paris, secousse sismique direction Sud-Sud-Est.

M. **Don Simoni** adresse une *Théorie de l'aéroplane, dans son application à la navigation aérienne*.

M. **Edmond Seux** adresse une Note *Sur un mode de construction des plans aéroplanes, permettant d'augmenter, dans de notables proportions, leur valeur sustentatrice*.

(Ces deux Notes sont renvoyées à l'examen de la Commission d'Aéronautique.)

A 4 heures et quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 FÉVRIER 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur quelques propriétés des rayons α émis par le radium et par les corps activés par l'émanation du radium.* Note de M. **Henri Becquerel.**

Il y a quelques mois ([1]), à la suite d'un travail de M. Rutherford sur l'observation d'un ralentissement qu'éprouvent les rayons α en passant au travers de feuilles minces d'aluminium, j'avais fait reprendre d'anciennes expériences sur les rayons du radium. J'avais fait disposer, en particulier, une expérience différentielle permettant de recevoir, sur une même plaque photographique, un faisceau de rayons α issu d'une source linéaire, traversant une fente parallèle à la source et à la plaque, et dévié par un champ magnétique, faisceau dont une moitié n'avait traversé que de l'air, tandis que l'autre avait traversé en outre une ou plusieurs feuilles minces d'aluminium. Dans ces conditions les deux bandes parallèles qui sont les traces du faisceau dévié pour deux sens inverses du champ magnétique doivent être plus écartées dans la partie du faisceau qui a traversé l'aluminium que dans l'autre. Les premières épreuves obtenues avec le rayonnement α du radium n'avaient pas présenté le décalage prévu.

Aussitôt mon retour à Paris, en octobre dernier, j'ai repris ces expériences en employant comme sources, soit des sels de radium, soit des fils

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXLI, 11 septembre 1905, p. 485.

activés par l'émanation du radium, que M. Curie eut l'obligeance d'activer dans son laboratoire. Les résultats obtenus ont été conformes au fait annoncé par M. Rutherford.

Voici du reste les moyennes de mesures faites sur quelques épreuves :

Désignation des épreuves.	Nature de la source.	Champ magnétique.	Double déviation du faisceau dans l'air.	au travers d'une lame l'aluminium $e = 0^{mm},015$.	Rapport.
			mm	mm	
D. 19-10-1905...	fil activé	9659	2,360	2,658	1,122
A. 21-10-1905...	sel de radium	9659	2,412	2,671	1,107
A. 24-10-1905...	id.	9384	2,222	2,423	1,090

Ces trois épreuves ont été obtenues avec le même appareil (distance de la source à la fente $a = 2^{cm},145$, distance de la fente à la plaque $b = 1^{cm},940$, distance totale $a + b = 4^{cm},085$). Le champ magnétique n'a pas varié de plus de 3 à 5 millièmes pendant la durée de chaque expérience.

Depuis l'époque où j'avais obtenu ces épreuves, M. Rutherford en a publié de semblables ([1]) et il a montré en outre le fait important que l'écartement des bandes est plus grand dans l'air que dans le vide.

Ces résultats s'interprètent en admettant que la plus grande déviabilité du faisceau correspond à une augmentation de la courbure de la trajectoire, augmentation qui serait la conséquence d'une diminution de la vitesse des particules transportant les charges électriques positives, qui constituent les rayons α. Cette diminution de vitesse doit du reste se manifester progressivement le long de la trajectoire dans l'air.

Je me suis proposé d'étudier avec plus de précision que je ne l'avais encore fait la trajectoire dans l'air des rayons α déviés par un champ magnétique, en utilisant une méthode photographique que j'avais déjà employée il y a plusieurs années.

La méthode consiste à recevoir un faisceau, défini par une source linéaire et une fente parallèle située à une distance a, sur une plaque photographique inclinée reposant sur l'écran qui contient la fente et normale au plan du faisceau non dévié. L'impression de ce faisceau serait une droite; mais, s'il est dévié parallèlement à la plaque,

([1]) *Philosophical Magazine*, janvier 1906, p. 166.

d'abord dans un sens, puis dans l'autre, l'impression se compose de deux courbes divergentes qui se coupent au point de contact entre la fente et la plaque. La distance d'un point de la plaque au bord inférieur est proportionnelle à la hauteur y du point considéré au-dessus du plan sur lequel repose la plaque et, si l'on connaît l'inclinaison de celle-ci, on peut déterminer cette hauteur. On mesure d'autre part l'écartement $2x$ de deux points des deux courbes, ayant même y, et l'on peut construire par points la trajectoire cherchée.

La plupart des nouvelles épreuves ont été obtenues en prenant comme source un fil de platine de $0^{mm},1$ à $0^{mm},2$ de diamètre, uniformément activé par l'émanation du radium. On a généralement opéré de la manière suivante : comme l'intensité de la source était rapidement décroissante, on renversait le champ magnétique de 5 en 5 minutes pour égaliser les impressions des deux faisceaux déviés; la source était d'abord recouverte d'une lame d'aluminium de $0^{mm},015$ d'épaisseur, puis, au bout d'une demi-heure environ, on enlevait cette lame d'aluminium et l'on déplaçait latéralement la plaque photographique de façon à obtenir à côté, sur la même épreuve et pour le même champ magnétique, les trajectoires de rayons n'ayant traversé que de l'air.

On reconnaît de suite que les rayons qui ont traversé l'aluminium impressionnent la plaque moins loin que les autres.

De très nombreux pointés, exécutés avec un appareil micrométrique donnant le $\frac{1}{600}$ de millimètre, ont conduit aux moyennes rapportées ci-après. Les valeurs de l'écartement $2x$ des courbes divergentes étaient relevées sur les plaques à des distances du bord inférieur égales à des nombres entiers n de tours de la vis mesurant les coordonnées verticales et dont le pas était $0^{mm},94684$. Les hauteurs y correspondantes ont été calculées d'après l'inclinaison de la plaque dans chaque expérience.

Si l'on trace à grande échelle un relevé graphique des observations, on obtient une courbe sinueuse au milieu de laquelle passe la courbe qui représente la trajectoire véritable. Théoriquement, dans un champ magnétique uniforme et dans le vide, cette trajectoire doit être circulaire. J'avais reconnu antérieurement que, pour des y croissants, les circonférences normales au champ, qui passent par la source, la partie supérieure de la fente et un point de la trajectoire, ont des rayons progressivement croissants, et les expériences actuelles confirment ce résultat. Mais, comme on va le voir, cette conclusion ne s'applique pas au rayon de courbure de la trajectoire et résulte d'une interprétation inexacte fondée sur la connaissance imparfaite de la véritable distance de la fente aux divers points de la plaque photographique.

Si l'on prend comme origine des coordonnées l'intersection du bord de

la plaque et de la bissectrice des deux faisceaux, on observe que les courbes ne passent pas par cette origine, mais coupent l'axe des y au-dessous du bord de la plaque. Différents essais ont montré qu'on peut faire passer au milieu des points qui représentent les observations un arc de parabole dont le rayon de courbure varie assez peu dans les limites correspondantes, pour que l'on puisse le confondre pratiquement avec un arc de cercle.

Soient $y = kn$ la hauteur d'un point au-dessus du plan sur lequel repose la plaque photographique, $k\varepsilon$ la distance de la fente au-dessous de ce plan, $kn_0 = a$ la distance de la source au-dessous du même plan, l'équation d'une parabole, dont l'axe est parallèle à l'axe des x et qui passe par la source, la fente et le point x, y peut s'écrire

$$2Rx = (y + a)(y + k\varepsilon)\ (^1)$$

ou encore

$$2Rx = k^2(n + n_0)(n + \varepsilon).$$

On a calculé les valeurs, en $\frac{1}{600}$ de millimètre, $z = \frac{2x}{n + n_0}$ qui se placent très près d'une droite $z = (n + \varepsilon)\delta$, d'où l'on déduit

$$R = \frac{k^2}{\delta} \times 600,$$

valeur qui se confond pratiquement avec celle du rayon de courbure de la parabole

$$\rho = R\left[1 + \frac{1}{R^2}\left(y + \frac{a + k\varepsilon}{2}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}.$$

Les Tableaux suivants montrent le degré de concordance entre les observations et le mode d'interprétation qui vient d'être exposé.

---

(1) Sous cette forme on reconnaît le terme principal de l'expression qui donne le rayon d'un cercle passant par les trois points

$$R^2 = \left[\frac{(y + a)(y + k\varepsilon)}{2x} + \frac{x}{2}\right]^2 + \frac{(a - k\varepsilon)^2}{4}.$$

	Épreuve C 19/10 1905. $a = 25^{mm},15$, $k = 0,920$, H = 10 809 dans l'air seul.			Épreuve A 17/11 1905. $a = 11^{mm},65$, $k = 0,937$, H = 12 148 dans l'air seul.			Épreuve A 17/11 1905. au travers de l'aluminium.		
	$\delta = 1,5546$. $2x$	$\varepsilon\delta = 0,43$. $(n+\varepsilon)\delta$		$\delta = 1,7248$. $2x$	$\varepsilon\delta = 1,11$. $(n+\varepsilon)\delta$		$\delta = 1,9334$. $2x$	$\varepsilon\delta = 1,39$. $(n+\varepsilon)\delta$	
n.	observé.	observé.	calculé.	observé.	observé.	calculé.	observé.	observé.	calculé.
1.	57,5	2,01	1,98	//	//	//	//	//	//
2.	105,2	3,55	3,54	//	//	//	//	//	//
3.	157,4	5,14	5,09	92,4	6,26	6,28	143,9	9,13	9,13
4.	210,2	6,65	6,65	134,1	8,50	8,01	188,1	11,22	11,06
5.	272,5	8,35	8,20	166,3	9,92	9,73	233,2	13,13	12,99
6.	333,0	9,91	9,76	205,9	11,59	11,46	285,1	15,19	14,93
7.	391,4	11,31	11,31	252,1	13,44	13,18	333,2	16,86	16,86
8.	458,5	12,87	12,87	294,6	14,91	14,91	392,5	18,90	18,79
9.	529,8	14,47	14,42	343,8	16,55	16,63	451,4	20,74	20,73
10.	602,7	16,02	15,97	395,2	18,16	18,35	515,7	22,65	22,66
11.	681,3	17,64	17,53	456,7	20,06	20,08	584,1	24,56	24,59
12.	755,0	19,06	19,08	519,2	21,85	21,81	660,4	26,66	26,53
13.	829,6	20,42	20,64	576,4	23,27	23,53	724,1	28,10	28,46
14.	925,0	22,23	22,19	644,3	25,01	25,25	790,0	29,52	30,39
15.	1018,7	23,90	23,75	722,2	26,98	26,98	888,7	32,01	32,32
16.	1096,2	25,11	25,30	791,3	28,50	28,70	985,2	34,26	34,26
17.	1193,0	26,74	26,86	872,6	30,34	30,43	//	//	//
18.	1297,0	28,43	28,41	950,8	31,94	32,15	//	//	//
19.	1397,0	29,97	29,97	1034,5	33,62	33,88	//	//	//
20.	1493,7	31,39	31,52	1131,3	35,61	35,60	//	//	//
21.	//	//	//	1233,3	37,63	37,33	//	//	//
22.	//	//	//	1318,7	39,05	39,05	//	//	//
23.	//	//	//	1437,0	41,24	40,78	//	//	//

	Épreuve A 16/11 1905. $a = 25^{mm},15$, $k = 0,920$, H = 12 148 dans l'air seul.			Épreuve A 16/11 1905. au travers de l'aluminium.			Épreuve A 18/6 1903 (rayons du radium). $a = 20^{mm},4$, $k = 0,983$, H = 9955 dans l'air seul.		
	$\delta = 1,7318$. $2x$	$\varepsilon\delta = 0,70$. $(n+\varepsilon)\delta$		$\delta = 1,9037$. $2x$	$\varepsilon\delta = 0,84$. $(n+\varepsilon)\delta$		$\delta = 1,6808$. $2x$	$\varepsilon\delta = 1,07$. $(n+\varepsilon)\delta$	
n.	observé.	observé.	calculé.	observé.	observé.	calculé.	observé.	observé.	calculé.
1	72,9	2,55	2,43	81,0	2,83	2,75	//	//	//
2.	118,3	3,99	4,17	137,8	4,65	4,65	101,0	4,44	4,44
3.	182,0	5,94	5,90	204,3	6,67	6,55	141,2	5,94	6,12
4.	233,9	7,40	7,63	268,9	8,50	8,46	193,1	7,80	7,80
5.	305,4	9,36	9,36	336,1	10,30	10,36	245,7	9,54	9,48
6.	371,8	11,06	11,09	412,4	12,26	12,26	291,9	10,91	11,16
7.	440,3	12,75	12,83	486,5	14,05	14,17	357,0	12,86	12,84
8.	516,6	14,50	14,56	551,7	15,49	16,07	417,6	14,52	14,52
9.	598,4	16,34	16,29	//	//	//	483,2	16,24	16,20
10.	678,0	18,02	18,02	//	//	//	550,2	17,88	17,88
11.	769,8	19,93	19,76	//	//	//	624,5	19,67	19,57
12.	842,7	21,27	21,49	//	//	//	//	//	//

On reconnaît d'abord que dans l'intervalle de chaque Tableau, c'est-à-dire pour une longueur de 2^{cm} environ, le rayon de courbure varie peu, ou du moins que la variation, si elle existe, est de l'ordre des erreurs d'expérience. On peut résumer ainsi les résultats :

Désignation des épreuves.	Champ magnétique H.	a.	Valeur du produit $RH = \frac{k^2 H.600}{\delta}$ dans l'air.
		cm	
1. A. 17/11 1905........	12148	1,165	$3,71.10^5$
2. A. 18/6 1903........	9955	2,040	$3,43.10^5$
3. C. 19/10 1905........	10809	2,515	$3,53.10^5$
4. A. 16/11 1905........	12148	2,515	$3,56.10^5$

Les deux expériences faites avec le même appareil, et dans des champs magnétiques différents, ont donné des résultats concordants. Il n'en est pas de même si l'on compare deux épreuves faites avec des dispositifs différents. Il semble que la cause de la divergence soit principalement la connaissance imparfaite du coefficient k, qui intervient par son carré et qui n'a pu, dans ces expériences, être déterminé avec autant de précision que les autres données. Sous cette réserve, la comparaison des épreuves 1 et 4 du Tableau précédent indiquerait une diminution de la courbure le long de la trajectoire.

J'appellerai plus particulièrement l'attention sur le Tableau relatif à l'ancienne plaque (A. 18/6 1903), faite avec les rayons du radium et dont j'avais déjà publié les mesures. On voit qu'en tenant compte de la distance ε, les nombres correspondent à très peu près à une trajectoire circulaire. On doit donc rejeter définitivement l'interprétation que j'avais précédemment déduite et l'hypothèse d'un accroissement du rayon de courbure le long de la trajectoire.

La comparaison des trajectoires des rayons qui ont traversé une lame d'aluminium de $0^{mm},015$ et des rayons qui n'ont traversé que de l'air conduit à des conclusions identiques à celles qui ont été exposées au début de cette Note, comme le montre le résumé suivant :

Désignation des épreuves.	Valeurs de δ dans l'air.	Valeurs de δ au travers de l'aluminium.	Rapport.
A. 16/11 1905.................	1,7318	1,9037	1,099
A. 17/11 1905.................	1,7248	1,9334	1,121

J'ajouterai enfin que des mesures faites en visant les bords intérieurs et les bords extérieurs des images déviées, dans le but de mettre en évidence une dispersion, n'ont pas donné de différences supérieures aux erreurs d'observation.

En résumé les mesures dont il vient d'être question confirment l'existence d'un ralentissement des rayons α lorsqu'ils traversent une feuille d'aluminium, ainsi que l'avait observé M. Rutherford. Les rayons α du radium se sont comportés dans ces expériences comme les rayons α des corps activés par l'émanation.

J'ai été obligeamment aidé, dans ces expériences, par M. Matout, préparateur au Muséum.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la pression interne des fluides et l'équation de Clausius.* Note de M. **E.-H. Amagat.**

I. On donne souvent le nom de *pression intérieure* aux deux expressions suivantes [$\Sigma r\varphi(r)$ étant le double viriel des forces intermoléculaires] :

$$\pi = \mathrm{J}l - p = \mathrm{T}\frac{dp}{dt} - p, \tag{1}$$

$$\pi' = \frac{\Sigma r\varphi(r)}{3v}. \tag{2}$$

D'autre part Clausius, dans le cas d'un corps soumis à une pression uniforme et en supposant les distances intermoléculaires très grandes par rapport à l'amplitude des mouvements stationnaires et aux dimensions des molécules, a mis l'expression de la quantité de chaleur absorbée dans une transformation élémentaire sous la forme

$$dq = \mathrm{A}f(t)\,dt + \mathrm{A}(p + \pi')\,dv. \tag{3}$$

On devrait donc avoir

$$\mathrm{A}(p + \pi') = l, \qquad \text{d'où} \qquad \pi' = \mathrm{T}\frac{dp}{dt} - p = \pi.$$

Cependant, le calcul m'a conduit, dans le cas des fluides, à des valeurs numériques de π et π' présentant des différences de plusieurs milliers d'atmosphères dans les limites des Tableaux que j'ai donnés.

Or, pour former le second membre de la relation (3), on a supposé que

l'énergie intramoléculaire (somme des énergies potentielle et cinétique des atomes) était fonction de t seul; autrement dit, en appelant U cette énergie, au lieu de la différentielle totale

$$dU = \frac{dU}{dt}dt + \frac{dU}{dv}dv,$$

on a considéré seulement la première différentielle partielle. De plus on n'a supposé aucune énergie de rotation de la molécule. Pour simplifier la notation, je supposerai cette énergie rentrant dans U.

Ceci étant, quelle est la cause du désaccord en question? Est-elle dans les hypothèses restrictives relatives à la nature du mouvement stationnaire, ou dans le fait d'avoir négligé la différentielle partielle par rapport à v, de telle sorte que la relation (3) doive s'écrire

$$(4) \qquad dq = \mathrm{A}f(t)\,dt + \mathrm{A}\left(p + \pi' + \frac{dU}{dv}\right)dv\,?$$

II. La relation fondamentale bien connue qui définit la température absolue donne pour deux points $p_0 v_0$, pv d'une même isotherme

$$(5) \qquad \mathrm{KT} = \tfrac{3}{2}pv + \tfrac{1}{2}\Sigma r\varphi(r) = \tfrac{3}{2}p_0 v_0 + \tfrac{1}{2}\Sigma r_0\varphi(r_0).$$

Supposons dans ce qui suit les isothermes tracées en portant p en abscisses et pv en ordonnées; si $p_0 v_0$ est l'ordonnée initiale de l'isotherme T, v_0 étant très grand, $\Sigma r_0\,\varphi(r_0)$ sera négligeable et l'on aura

$$(6) \qquad \Sigma r\varphi(r) = 3(p_0 v_0 - pv)$$

et, par suite,

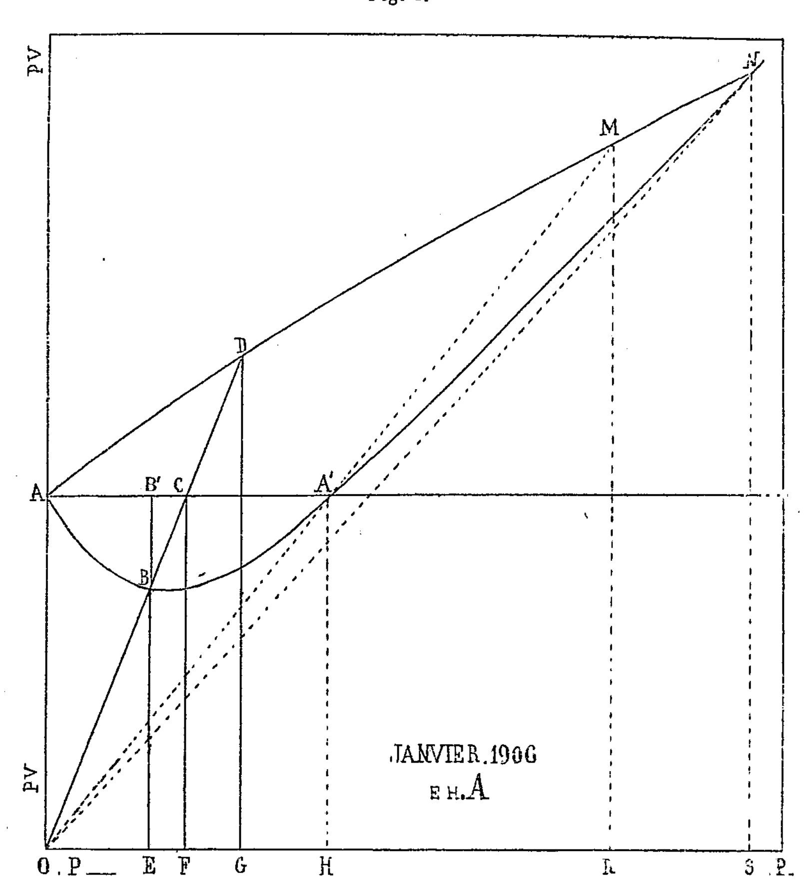
$$(7) \qquad \pi' = \frac{p_0 v_0}{v} - p.$$

C'est avec la relation (7) qu'ont été calculées les valeurs numériques de π'; ces valeurs, comme on le verra plus loin, pour une température donnée, changent de signe suivant la grandeur de la pression; ce changement de signe, et du reste aussi la simple explication de la force expansive et de la pression, ne sont point, dans cette théorie, sans présenter quelques difficultés; il faut admettre un changement de signe de $\varphi(r)$, ou considérer deux causes antagonistes : l'attraction intermoléculaire et une réaction entre les molécules difficile à concilier avec les hypothèses fonda-

mentales d'une théorie qui ne fait intervenir ni les chocs ni la notion du covolume. Mais on peut arriver très simplement à l'expression de π' sans se préoccuper de ces hypothèses et de ces difficultés.

Considérons, en effet, sur une isotherme T (ABA'N) (*fig.* 1), un point B de la ligne d'égal volume OBCD; le fluide est ici soumis, sous le volume v,

Fig. 1.



à une pression extérieure p (OE) et à une certaine pression intérieure; si cette pression intérieure n'existait pas, le fluide suivrait la loi de Mariotte, le point B serait en B'; le volume v' correspondant à la ligne d'égal volume OB' serait plus grand que v. Soit donc $\mathfrak{P}$ la pression intérieure par unité de surface qu'il faudrait ajouter à la pression extérieure p pour ramener le volume de v' à v; l'isotherme étant maintenant AA' parallèle à OP, le volume sera ramené à v sous la pression extérieure OF correspondant au

point C de la ligne OD d'égal volume v; et l'on aura, $p_0 v_0$ étant l'ordonnée initiale OA,

$$p_0 v_0 = v \times \text{OF} = v(p + \mathfrak{P}),$$

d'où

$$\mathfrak{P} = \frac{p_0 v_0}{v} - p = \pi' = \text{EF}.$$

Nous retrouvons donc la même expression qu'avec la théorie du viriel. La pression intérieure, à quelque cause qu'on l'attribue et sans faire aucune hypothèse, agit comme le ferait une pression extérieure, par unité de surface numériquement égale à celle dont j'ai calculé les valeurs.

III. Il résulte, des considérations qui précèdent, que la relation (3) doit bien être mise sous la forme (4); mais alors, U étant fonction de v et de t, la dérivée de U par rapport à t n'est plus forcément fonction de t seul, et il en est de même du terme $\text{A} f(t)\,dt$ qui contient cette dérivée.

Ces conclusions viennent troubler le résultat séduisant auquel conduit la relation (3); celle-ci, en effet, devient, en y remplaçant π' par sa valeur tirée de (2) et (4),

$$dq = \text{A} f(t)\,dt + \tfrac{2}{3}\text{AKT}\frac{dv}{v}.$$

En divisant par T, on obtient une différentielle exacte et l'on arrive ainsi directement au principe Carnot-Clausius.

Pour arriver maintenant au même résultat, il faudrait admettre que la différentielle de U par rapport à v soit de la forme $\text{T}\,\varphi(v)$, ce que rien ne justifie *a priori;* il faudrait encore, d'après ce qui vient d'être dit, admettre gratuitement que la chaleur spécifique sous volume constant ne dépend que de t.

IV. On sait que l'on s'écarte peu de la constitution des fluides, en considérant le coefficient de pression comme fonction du volume seul; nous aurons donc, la température étant donnée par le thermomètre à gaz parfait,

$$\frac{dp}{dt} = \mathfrak{f}(v),$$

$$p = \mathfrak{f}(v)\,\text{T} + \text{C}, \qquad 0 = \mathfrak{f}(v)\,\text{T}_0 + \text{C},$$

T_0 étant la température pour laquelle la pression s'annulerait si la loi de distribution des isothermes n'était interrompue en arrivant à la courbe de saturation.

Nous aurons donc

$$p = \mathfrak{f}(v)(\text{T} - \text{T}_0).$$

Revenons maintenant à la figure (1), divisons OB en $(T - T_0)$ parties égales et prolongeons la division jusqu'en un point D, tel que BD contienne T_2 divisions et que, par suite, OD en contienne T. La longueur des divisions dépend de v, le lieu des points D est une courbe ADMN coupant l'isotherme en un point N ramené ici dans les limites de la figure, mais en réalité correspondant à une pression beaucoup plus forte; nous pouvons écrire de suite les relations

$$BB' = p_0 v_0 - pv = \frac{2}{3}\left[\frac{1}{2}\Sigma r\varphi(r)\right], \qquad EF = OF - OE = \frac{p_0 v_0}{v} - p = \pi',$$

$$OF = \frac{p_0 v_0}{v}, \qquad EG = T\frac{dp}{dt} - p = \pi,$$

$$OG = T\,\mathfrak{f}(v) = T\frac{dp}{dt} = Jl, \qquad FG = \pi - \pi' = \frac{dU}{dv}.$$

On voit de suite sur la figure que : la pression croissant, le viriel des forces intermoléculaires (deux tiers de BB'), après avoir passé par un maximum, s'annule en A' et change de signe.

La pression intérieure π'(EF) s'annule aussi en A' et suit des lois analogues. La figure 2 montre pour l'acide carbonique l'ensemble des valeurs de π' calculées de 10° en 10° jusqu'à 260° et 1000^{atm}. On remarquera l'inversion dans l'ordre des courbes après leur entrecroisement. Les lignes ponctuées, arbitrairement tracées en dehors des données expérimentales, montrent comment π' finit par devenir négatif pour des pressions de plus en plus faibles quand la température croît. (Pour l'hydrogène, π' est déjà négatif aux faibles pressions dès la température ordinaire.)

Enfin on voit encore que π(EG) de même que π', après avoir passé par un maximum, s'annule et change de signe en N, mais sous des pressions beaucoup plus considérables que pour π'.

On remarquera que, dans ce qui précède, seule la représentation de π dépend de la loi du coefficient de pression.

V. Il est facile de déduire des relations qui précèdent qu'on a

$$(a) \quad \pi = \lambda(v), \qquad (b) \quad \pi' = \psi(v)T + \lambda(v) \quad (^1).$$

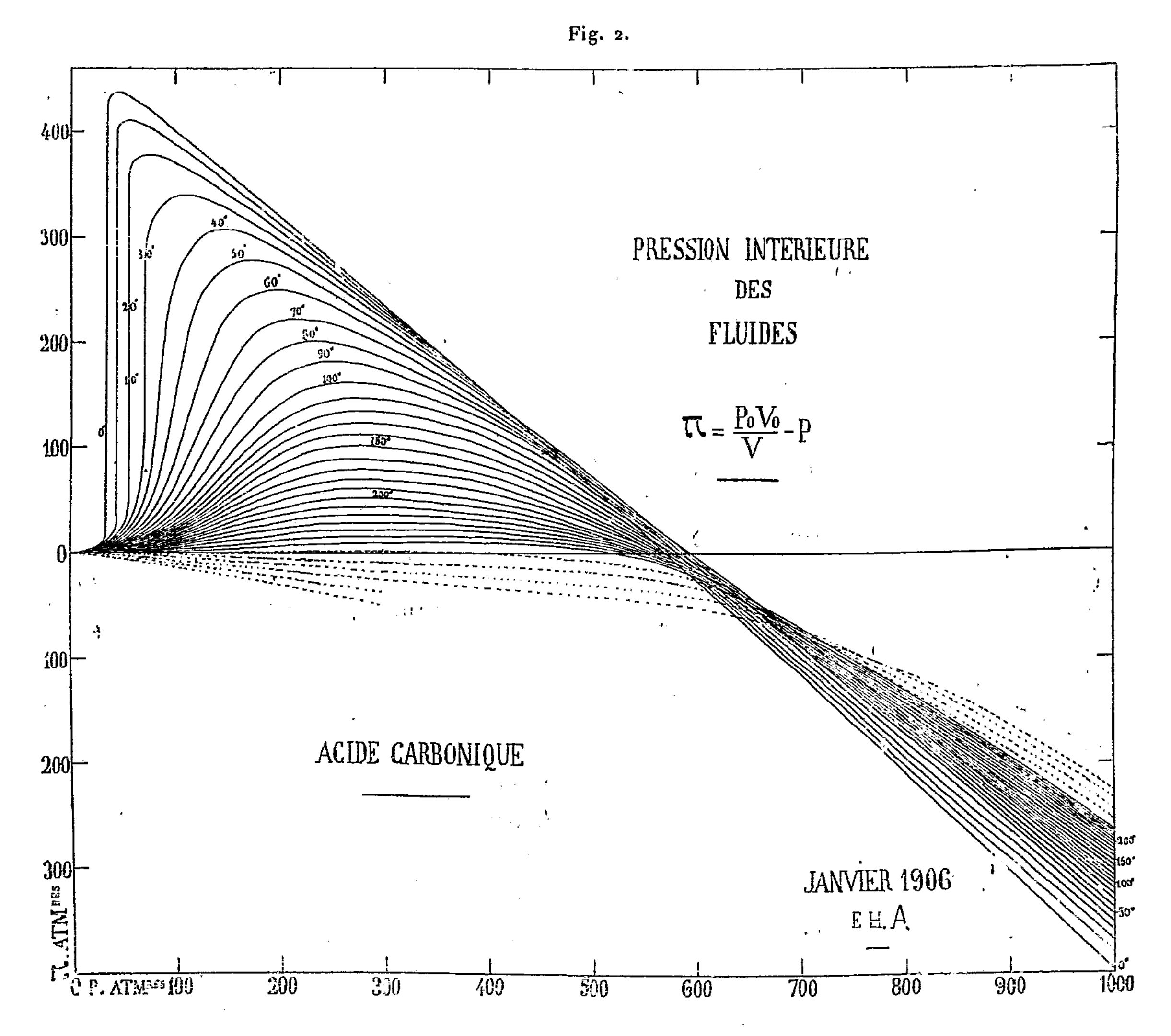
Ainsi, au degré près d'approximation de la loi du coefficient de pression dont les écarts sont hors de proportion avec les différences des valeurs

(1) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 491. Pour une erreur qui s'y est glissée dans la transcription du calcul de ces relations, voir aux *Errata* du présent fascicule.

numériques de π et π', on voit que ces fonctions sont de formes très différentes; les lois exprimées par les relations (a) et (b) résultent immédiatement de l'examen de mes Tableaux.

On voit facilement, du reste, que π ne correspond nullement à la notion

Fig. 2.



de pression intérieure définie plus haut, car une partie du travail $\pi\, dv$ ne dépend point des actions pouvant avoir pour effet une variation de volume; π', au contraire, ne dépend que de ces actions, il est, par sa définition même, tout indiqué comme pression intérieure à introduire dans l'équation d'état; et en effet, tandis que je n'ai pu obtenir une équation d'état satisfai-

sante en y introduisant π, j'ai pu avec π' réussir à représenter l'ensemble du réseau de l'acide carbonique, tant l'état liquide que l'état gazeux, et la courbe de saturation.

Ces dernières considérations suffiraient pour montrer que le terme $(p + \pi')$ est inacceptable même indépendamment des vérifications numériques; et, quant au terme $A f(t)\, dt$ qui suppose la chaleur spécifique sous volume constant fonction de la température seule, sa forme entraînerait comme conséquence la stricte exactitude de la loi du coefficient de pression; or cette loi ne peut jusqu'ici être considérée que comme approchée, et encore faut-il remarquer qu'elle est évidemment en défaut dans le cas de corps qui, comme l'eau, pourraient présenter le phénomène du maximum de densité.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Quelques lemmes relatifs aux quasi-ondes de choc.* Note de M. **P. Duhem**.

Les surfaces qui limitent une quasi-onde de choc ne sont point déterminées avec une absolue rigueur; à une quasi-onde donnée, on peut toujours substituer une couche dont l'épaisseur soit du même ordre de grandeur que celle de la quasi-onde et qui contienne la quasi-onde. Il en résulte que, s'il s'agit d'étudier une portion limitée de la quasi-onde pendant un temps limité, on peut toujours supposer que les surfaces S_0, S_1 qui la comprennent sont parallèles entre elles et que leur distance h ne varie pas avec le temps. Ces suppositions simplifient beaucoup les raisonnements.

Désignant par M_0 un point de la surface S_0, nous mènerons à cette surface une demi-normale dans le sens qui va vers la surface S_1; cette demi-normale rencontrera la surface S_1 en un point M_1 tel que $M_0 M_1 = h$. Nous désignerons par l la direction de cette demi-normale et par α, β, γ ses cosinus directeurs.

Soit F une grandeur qui varie très brusquement au travers de la quasi-onde; au point M_0 elle a la valeur F_0 et au point M_1 la valeur F_1; la différence $(F_0 - F_1)$ n'est pas une très petite quantité de l'ordre de h. Il en résulte qu'en un point M, intérieur à la quasi-onde, les dérivées partielles $\frac{\partial F}{\partial x}$, $\frac{\partial F}{\partial y}$, $\frac{\partial F}{\partial z}$ sont, en général, très grandes de l'ordre de $\frac{1}{h}$. Par le point M, menons une direction parallèle à la surface S_0; nous supposerons que la dérivée de F suivant cette direction n'est pas une quantité très grande

de l'ordre de $\frac{1}{h}$. Nous pourrons alors, *en ne tenant compte que des quantités très grandes de l'ordre de* $\frac{1}{h}$, écrire les égalités

$$(1) \qquad \frac{\partial F}{\partial x} = \alpha \frac{\partial F}{\partial l}, \qquad \frac{\partial F}{\partial y} = \beta \frac{\partial F}{\partial l}, \qquad \frac{\partial F}{\partial z} = \gamma \frac{\partial F}{\partial l}.$$

Nous admettrons que la constitution de la quasi-onde n'éprouve pas de variation brusque, et voici ce que nous entendons par là.

Soit $\mathfrak{N}$ la vitesse avec laquelle, au point M_0 et à l'instant t, la quasi-onde se propage *dans l'espace*. Par un point quelconque M, pris sur M_0M_1, menons, dans la direction l, un segment $MM' = \mathfrak{N}\,dt$; le point M' se trouve au sein de la quasi-onde à l'instant $(t+dt)$; il y est le correspondant du point M. La grandeur qui a pour valeur F au point M et à l'instant t a pour valeur F' au point M' et à l'instant $(t+dt)$; nous admettons que la différence $(F'-F)$ est le produit de dt par une quantité qui n'est pas très grande de l'ordre de $\frac{1}{h}$.

Or on a

$$F' - F = \left(\mathfrak{N}\frac{\partial F}{\partial l} + \frac{\partial F}{\partial t}\right) dt.$$

Si donc on ne tient compte que des quantités très grandes de l'ordre de $\frac{1}{h}$, on peut écrire

$$(2) \qquad \mathfrak{N}\frac{\partial F}{\partial l} + \frac{\partial F}{\partial t} = 0.$$

On remarquera l'analogie entre les égalités (1) et (2) et les lemmes établis par Hugoniot et par M. J. Hadamard pour les ondes proprement dites.

En un point quelconque du fluide, on a

$$\frac{dF}{dt} = \frac{\partial F}{\partial x}u + \frac{\partial F}{\partial y}v + \frac{\partial F}{\partial z}w + \frac{\partial F}{\partial t}.$$

S'il s'agit d'un point M pris à l'intérieur de la quasi-onde et *si l'on néglige les quantités qui ne sont pas très grandes de l'ordre de* $\frac{1}{h}$, on peut écrire

$$\frac{dF}{dt} = (\alpha u + \beta v + \gamma w - \mathfrak{N})\frac{\partial F}{\partial l},$$

ou encore

$$(3) \qquad \frac{dF}{dt} = -\mathcal{V}\frac{\partial F}{\partial l},$$

en désignant par

$$(4) \qquad \mathcal{V} = \mathcal{N} - \alpha u - \beta v - \gamma w$$

la vitesse de propagation de la quasi-onde *rapportée à l'élément fluide qui se trouve en* M *à l'instant t*.

Nous aurons parfois à évaluer l'intégrale

$$\int_{M_0}^{M_1} \frac{dF}{dt}\,dl.$$

Si nous voulons négliger, par rapport à la valeur finie de cette intégrale, les quantités très petites de l'ordre de h, il nous suffira, dans l'évaluation de $\frac{dF}{dt}$, de tenir compte des quantités très grandes de l'ordre de $\frac{1}{h}$, en sorte que nous pourrons user de l'égalité (3); nous aurons donc, *aux quantités près de l'ordre de h*, l'égalité

$$(5) \qquad \int_{M_0}^{M_1} \frac{dF}{dl}\,dl = -\int_{M_0}^{M_1} \mathcal{V}\frac{\partial F}{\partial l}\,dl.$$

Supposons maintenant que la grandeur F ait, le long du segment M_0M_1, un sens unique de variation et qu'il en soit de même de la grandeur $\mathcal{V}$; l'égalité précédente pourra s'écrire, *en négligeant toujours les très petites quantités de l'ordre de h*,

$$(6) \qquad \int_{M_0}^{M_1} \frac{dF}{dt}\,dt = \mathcal{U}(F_0 - F_1),$$

$\mathcal{U}$ étant une valeur comprise entre

$$(7) \qquad \mathcal{V}_0 = \mathcal{N} - \alpha u_0 - \beta v_0 - \gamma w_0,$$

vitesse de propagation de la quasi-onde *rapportée à l'élément fluide qui se trouve en* M_0 à l'instant t, et

$$(7\ bis) \qquad \mathcal{V}_1 = \mathcal{N} - \alpha u_1 - \beta v_1 - \gamma w_1,$$

vitesse de propagation de la quasi-onde *rapportée à l'élément fluide qui se trouve en* M_1 à l'instant t.

Dans le cas où $\mathcal{V}$ n'aurait pas, de M_0 à M_1, un sens unique de variation,

ϖ serait une grandeur comprise entre la plus grande et la plus petite des valeurs de φ.

Ces diverses formules sont d'un grand usage dans l'étude des quasi-ondes.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de M. *Ernest Bichat*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

Sir William Crookes obtient	44	voix
M. Ch.-Ed. Guillaume »	1	»

Sir **William Crookes** est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1906.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Montyon (Statistique). — MM. Alfred Picard, Brouardel, de Freycinet, Haton de la Goupillière, Rouché, Laussedat, Carnot.

Médaille Arago, Médaille Lavoisier, Médaille Berthelot. — MM. Poincaré, Chauveau, Darboux, Berthelot.

Prix Trémont, Gegner, Lannelongue, Jérôme Ponti. — MM. Poincaré, Chauveau, Darboux, Berthelot, Maurice Levy, Bornet.

Prix Wilde. — MM. Berthelot, Lœwy, Maurice Levy, Darboux, de Lapparent, Mascart, Troost.

Prix Saintour. — MM. Darboux, Poincaré, Berthelot, Zeiller, de Lapparent, Moissan, Giard.

Prix Houllevigue. — MM. Darboux, Poincaré, Berthelot, Mascart, Émile Picard, Maurice Levy, Giard.

Prix Cuvier. — MM. Gaudry, Perrier, Bouvier, Giard, Delage, Chatin, Barrois.

Prix Parkin. — MM. Bouchard, Brouardel, Mascart, Michel Lévy, Dastre, Chauveau, Moissan.

CORRESPONDANCE.

M. J. **Lefèvre** adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le *XVIII^e Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Autun*. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Lune du 9 février 1906 faite à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Est)*. Note de M. **P. Salet**, présentée par M. Lœwy.

L'heure de l'entrée de la Lune dans l'ombre, déterminée d'une part directement et conclue, d'autre part, d'une série de mesures de la flèche commune de l'ombre et de la Lune, a coïncidé exactement avec les données de la *Connaissance des Temps*.

Pour l'éclipse du 19 février 1905, l'heure de la sortie de l'ombre, observée de la même façon, avait été trouvée antérieure à l'heure calculée de $0^m,3$. Ces deux observations concordent donc bien avec le calcul et le diamètre de l'ombre qu'on en tirerait serait plutôt un peu inférieur au diamètre adopté par la *Connaissance des Temps*.

Au contraire, les mesures des clichés photographiques d'une troisième éclipse, celle du 15 août 1905, donnent pour grandeur de l'éclipse partielle 0,30 au lieu de 0,292 et conduiraient donc à un diamètre de l'ombre légèrement supérieur au diamètre adopté.

Cette petite différence entre les observations visuelles et les résultats photographiques s'explique aisément par un effet d'irradiation dû à l'éclat très différent du bord brillant de la Lune et de la partie voisine du bord de l'ombre. Le diamètre de la Lune se trouve augmenté de ce fait dans une plus grande proportion que la largeur de la partie non éclipsée.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks (1906 a) faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* $0^m,318$. Note de MM. **Rambaud** et **Sy**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1906.	Étoile de comparaison.	✶◐ — ✶ Δα.	Δδ.	Nombre de comparaisons.	Observ.
Janv. 31.....	*a*	$-0^m.26^s,49$	$-7'.45'',2$	13 : 12	R
31.....	*a*	$-0.27,43$	$-6.17,9$	12 : 12	S
Fév. 2.....	*b*	$-2.14,40$	$-0.14,0$	12 : 12	R
2.....	*b*	$-2.15,53$	$+1.36,9$	12 : 12	S

Positions des étoiles de comparaison.

✶	Gr.	Ascension droite moyenne 1906,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1906,0.	Réduction au jour.	Autorités.
a....	9,1	$16^h.15^m.37^s,50$	$-1^s,43$	$+55°.7'.43'',3$	$-10'',3$	A. G., Helsingfors, n° 8737
b....	7,5	$16.14.10,23$	$-1,45$	$+58.42.34,3$	$-11,0$	Id., n° 8721

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1906.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Janv. 31....	$11^h.30^m.10^s$	$16^h.15^m.9^s,58$	$\bar{1},849_n$	$+54°.59'.47'',8$	$\bar{2},513$
31....	11.49.25	16.15.8,64	$\bar{1},870_n$	+55.1.15,1	$\bar{1},662$
Fév. 2....	11.27.15	16.11.54,38	$\bar{1},901_n$	+58.42.9,3	$\bar{1},288_n$
2....	11.51.9	16.11.53,25	$\bar{1},923_n$	+58.44.0,2	$\bar{1},572$

Le 31 janvier, la comète a l'apparence d'une nébulosité ronde avec un noyau excentrique dont l'éclat est comparable à celui d'une étoile de 11e grandeur. Le diamètre de la nébulosité est d'environ 1' d'arc.

Le 2 février, la comète est très faible à cause de la Lune.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner de* $0^m,16$ *d'ouverture) pendant le deuxième trimestre de* 1905. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

Il y a eu 56 jours d'observation dans ce trimestre, et voici les principaux faits qui en résultent :

Taches. — Le nombre de groupes est plus élevé que celui noté précédemment;

mais la surface tachée est moindre : on a, en effet, 54 groupes au lieu de 48 et l'aire totale est de 3290 millionièmes au lieu de 8018 (ce dernier nombre se réduit à 3850 millionièmes, si l'on retranche les deux groupes extraordinaires de février et mars).

Les deux groupes suivants (Tableau I) ont été visibles à l'œil nu :

Mai..................	17,0 à -15°	de latitude
Juin..................	25,8 $+7$	»

D'autre part, il y a un ralentissement remarquable dans la production des taches vers la fin du mois de mai : le 24, notamment, au moment de l'observation, on ne voyait qu'un petit groupe de pores gris intermittents à $+16^{\circ}$ de latitude.

Régions d'activité. — Le nombre de groupes de facules a un peu augmenté (107 au lieu de 98), de même que leur surface totale (122,5 millièmes au lieu de 103,7). Quant à leur distribution entre les deux hémisphères, on a noté 6 groupes en moins au Sud (45 au lieu de 51) et 15 en plus au Nord (62 au lieu de 47).

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Avril 1905. — 0,00.			
29- 7	5	2,1		+18	10
31	1	2,1		+ 2	2
30- 3	2	3,0		+ 9	4
3-13	6	8,8		+19	126
7	1	10,8	− 9		4
12-13	2	11,6	−18		3
7	1	11,0		+32	3
12-15	3	13,0		+24	4
12-15	4	14,4		+ 7	19
12-20	6	16,0	−20		250
18	1	16,3		+20	4
12-18	5	18,1	−12		47
18	1	19,6	−12		4
24-28	5	23,6	−18		36
20-29	9	26,0		+14	180
29	1	27,6	−20		4
23-27	5	28,8		+18	51
	19 j.		−15°,6	+16°,3	
		Mai. — 0,05.			
27-28	2	1,3		+19	6
29- 3	2	3,1	−15		4
3- 9	3	6,0	−11		4
3-11	7	6,3		+22	236
9-11	3	7,9		+16	9
8-13	6	8,3	−19		105
8-13	6	9,9		+12	305
12	1	11,0		+ 7	3
8-13	6	13,5	−22		17
11-21	5	16,3		+16	65
11-21	5	17,0	−15		376
		Mai (suite.)			
12-21	4	17,9	−15		80
13-19	2	18,1		+12	5
13-21	3	19,5		+ 7	26
21	1	22,4		+12	4
25-27	3	23,3		+15	16
25-31	6	27,0		+ 5	34
2	1	28,3	−11		13
	19 j.		−15°,4	+13°,0	
		Juin. — 0,00.			
31	1	1,8	−12		5
7- 9	3	4,4	−18		36
30-11	9	5,6		+11	168
14	1	10,1	−18		7
6-12	6	10,2	− 8		29
6	1	10,6		+15	6
7-16	7	13,0	−16		98
8-16	6	14,0		+20	54
8-16	6	14,3	−15		168
14-22	5	20,5	−22		39
21	1	20,6		+12	2
21-24	4	22,2		+17	17
20-26	4	22,6		+ 5	6
22	1	23,5		+16	3
23-29	5	23,9	−13		48
20- 1	9	25,8		+ 7	513
1- 4	2	29,9	−10		17
1	1	30,0		+20	4
4	1	30,4	−18		11
	18 j.		−15°,0	+13°,7	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1905.	Sud. 90°–40°.	40°–30°.	30°–20°.	20°–10°.	10°–0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°–10°.	10°–20°.	20°–30°.	30°–40°.	40°–90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril.......	»	»	»	6	1	7	10	3	5	1	1	»	17	751
Mai........	»	»	»	1	6	7	11	3	7	1	»	»	18	1308
Juin........	»	»	1	7	2	10	9	2	7	»	»	»	19	1231
Totaux...	»	»	1	14	9	24	30	8	19	2	1	»	54	3290

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1905.	Sud. 90°–40°.	40°–30°.	30°–20°.	20°–10°.	10°–0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°–10°.	10°–20°.	20°–30°.	30°–40°.	40°–90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril......	1	»	5	7	»	13	19	4	8	7	»	2	32	37,5
Mai........	»	2	6	7	1	16	22	4	9	7	1	1	38	43,3
Juin........	»	»	3	9	4	16	21	3	12	5	1	»	37	41,7
Totaux...	1	2	14	23	5	45	62	11	29	17	2	3	107	122,5

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions entières.* Note de M. ED. MAILLET, présentée par M. Jordan.

Voici quelques résultats relatifs aux propriétés des fonctions entières :

I. Soit une fonction entière

$$f(z) = c_0 + c_1 z + \ldots + c_n z^n + \ldots$$

telle qu'à partir d'une certaine valeur de n on ait, b étant un nombre quelconque, entier ou non, > 1, et ε un nombre positif arbitraire, très petit si l'on veut,

$$|c_n^{-1}| \geqq b^{b^{n^{1+\varepsilon}}}.$$

Il y a une infinité de valeurs de n telles que, à l'intérieur d'un cercle de rayon $|c_n^{-a}|$ ayant pour centre l'origine dans le plan complexe (a nombre positif fixe quelconque $\geqq 1$ et indépendant de n), le nombre N_n des racines de $f(z)$ soit précisément n. Autrement dit, il y a exactement n zéros dont le module est inférieur ou au plus égal à $|c_n^{-a}|$ pour une infinité de valeurs de n.

II. Un énoncé semblable est vrai pour les fonctions entières d'ordre zéro et d'indice $k \geqq 2$ (toutefois, quand $k = 2$, $a - 1$ doit être suffisamment petit).

III. J'ai indiqué antérieurement la classification suivante des fonctions entières :

Soit la fonction entière

$$\varphi(z) = \sum_0^\infty a_m z^m;$$

j'admets qu'elle possède une infinité de coefficients a_{n_1} tels que, si petit que soit le nombre fixe ε, dès que n_1 est assez grand,

$$(\log_k n_1)^{(\rho-\varepsilon)n_1} < |a_{n_1}^{-1}| \leqq (\log_k n_1)^{(\rho+\varepsilon)n_1},$$

les autres coefficients étant tels que

$$|a_n^{-1}| \geqq (\log_k n)^{(\rho+\varepsilon)n}$$

dès que n est assez grand : je conviens de dire que *cette fonction est d'ordre* (k, ρ^{-1}) [k entier positif, nul ou négatif, $\log_k x = e_{-k}(x)$, $e_k(x) = e^{e_{k-1}(x)}$, ..., $e_0(x) = x$].

Mais l'on peut adopter une classification différente que l'on obtient en remplaçant dans les formules précédentes

$$(\log_k m)^{(\rho\pm\varepsilon)m} \quad \text{par} \quad (\log_k m^{\rho\pm\varepsilon})^m;$$

c'est ce que j'appellerai *la seconde classification*. Elle paraît conduire à des résultats analogues à ceux de la première; ainsi, j'ai établi ces théorèmes :

1° La série

$$\varphi(z) = \sum_0^\infty a_m z^m,$$

où l'on a, à partir d'une certaine valeur de n,

$$|a_n^{-1}| > e^{n^{\rho+1-\varepsilon}}$$

(ε fixe positif aussi petit qu'on veut) a son module au plus égal à

$$r^{(\log r)^{\frac{1}{\rho}+\varepsilon_2}}$$

(ε_2 analogue à ε) dès que $|z| = r$ est assez grand;

2° S'il y a dans $\varphi(z)$ une infinité de valeurs n_1 de n telles que

$$|a_{n_1}^{-1}| \leqq e^{n_1^{\rho+1+\varepsilon}},$$

il y a une infinité de valeurs de z telles que, pour $|z| = r$,

$$|\varphi(z)| \geqq r^{(\log r)^{\frac{1}{\rho}-\varepsilon_2}}.$$

La définition corrélative de la croissance régulière de ces fonctions est immédiate.

Pour les fonctions entières dites *d'ordre fini* ($k = 0$), les deux classifications se confondent; on peut les combiner dans le cas général, en adoptant par exemple la première pour les fonctions où $k \geqq 0$, la deuxième pour celle où $k < 0$: ce sera la *troisième classification*.

Il y a trois classifications similaires pour les fractions continues arithmétiques; avec la troisième, on a ce théorème :

Toutes les irrationnelles $\frac{p\mathrm{I} + q}{p'\mathrm{I} + q'} > 0$ (p, q, p', q' *entiers*, $pq' - qp' \neq 0$) *sont de même ordre que l'irrationnelle* I.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un hessien hyperelliptique.* Note de M. **Louis Remy**, présentée par M. Humbert.

M. Hutchinson ([1]) a obtenu un cas particulier de hessien de surface cubique en égalant les coordonnées homogènes d'un point x, y, z, t à quatre fonctions $\theta_1(u, v)$, $\theta_2(u, v)$, $\theta_3(u, v)$, $\theta_4(u, v)$ d'ordre 4, de caractéristiques nulles, paires, s'annulant (à l'ordre 2) pour six demi-périodes formant un sextuple de Weber. De cette représentation paramétrique il s'est borné à déduire des propriétés susceptibles d'être étendues au hessien général : nous nous proposons au contraire de caractériser ce cas hyperelliptique.

A chacune des six demi-périodes P_i annulant les quatre fonctions θ_1, θ_2, θ_3, θ_4 correspond sur la surface, non pas un point, mais une conique C_i. D'autre part, on peut déterminer les constantes λ de manière que la fonction $\theta = \lambda_1\theta_1 + \lambda_2\theta_2 + \lambda_3\theta_3 + \lambda_4\theta_4$ s'annule à l'ordre 4 pour la période P_i : on obtient ainsi six autres coniques C'_i. Les coniques C_i et C'_i de même indice sont situées dans un même plan et chacune d'elles rencontre 5 des droites du hessien.

Inversement, soit le hessien représenté par l'équation

$$\frac{a^2}{x} + \frac{b^2}{y} + \frac{c^2}{z} + \frac{d^2}{t} + \frac{e^2}{u} = 0,$$

([1]) *Bulletin of the american mathematical Society*, 2e série, vol. V, n° 6.

avec

$$x + y + z + t + u = 0,$$

et supposons que le plan

$$Ax + By + Cz + Dt + Eu = 0$$

coupe la surface suivant deux coniques dont l'une rencontre par exemple les droites (xy), (yz), (zt), (tu), (ux). On en déduit les relations :

$$\begin{aligned} a^2 &= (B - E)(C - D), \\ b^2 &= (C - A)(D - E), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ e^2 &= (A - D)(B - C) \end{aligned}$$

et, par suite, la condition algébrique indécomposable

$$\Sigma a^6 - \Sigma a^4 b^2 + 2\Sigma a^2 b^2 c^2 = 0. \tag{1}$$

On peut dire également que les paramètres a^2, b^2, ..., e^2 sont racines d'une équation du cinquième degré de la forme

$$X^5 + mX^4 + nX^3 + \frac{m}{8}(4n - m^2)X^2 + pX + q = 0.$$

Ce hessien ne dépend donc que de trois paramètres au point de vue projectif et la surface hyperelliptique définie plus haut, qui dépend de trois modules, peut lui être identifiée. D'où ce théorème :

Si le hessien d'une surface cubique possède une conique, il en possède onze autres et il est hyperelliptique.

Ces douze coniques forment deux groupes C_1, C_2, ..., C_6 et C'_1, C'_2, ..., C'_6, les coniques C_i, C'_i étant dans un même plan. Les coniques C_i, C_k ne se rencontrent pas; les coniques C_i, C'_k se coupent en deux points et sont situées sur un cône du second degré tangent au hessien le long de deux droites.

La surface possède également deux groupes de six cubiques gauches Γ_i, Γ'_i transformées respectivement des coniques C_i, C'_i par la transformation birationnelle $x : y : z : t$, $\frac{a^2}{x'} : \frac{b^2}{y'} : \frac{c^2}{z'} : \frac{d^2}{t'}$. Les cubiques Γ_i, Γ'_k sont situées sur un cône du second degré qui coupe en outre le hessien suivant deux droites. La conique C_i et la cubique Γ_k sont sur une quadrique qui coupe en outre le hessien suivant trois droites.

On peut appliquer les résultats précédents à la déformation du pentagone plan. Écrivons l'équation du hessien sous la forme

$$\frac{a}{X}+\frac{b}{Y}+\frac{c}{Z}+\frac{d}{T}+\frac{e}{U}=0,$$

avec

$$aX+bY+cZ+dT+eU=0,$$

et posons

$$X=e^{i\alpha},\quad \ldots,\quad U=e^{i\varepsilon}.$$

Les relations précédentes expriment les conditions de fermeture du pentagone dont les côtés ont pour longueurs a, b, c, d, e et font avec une direction fixe les angles α, β, γ, δ, ε. D'où cette conclusion : lorsque les côtés a, b, ..., e d'un pentagone vérifient la relation algébrique (1), la déformation de ce pentagone s'exprime en fonction hyperelliptique de deux paramètres.

Pour obtenir de tels pentagones, il suffit de se donner cinq nombres quelconques A, B, C, D, E et d'en déduire a, b, ..., e par les formules $a^2=(B-E)(C-D)$, etc. Voici un exemple de pentagone réel :

$$b=c=1,\qquad a=d=\sqrt{6},\qquad e=\sqrt{8}.$$

HYDRODYNAMIQUE. — *Extinction de l'onde solitaire propagée le long d'un tube élastique horizontal.* Note de M. **A. Boulanger**, présentée par M. Boussinesq.

Si l'on fait abstraction des frottements, l'énergie d'une onde solitaire propagée dans un fluide au repos dans un tube élastique, somme de la force vive actuelle du fluide et du travail que produirait l'intumescence en s'aplatissant sous la pression de l'enveloppe, a pour expression (avec les notations de ma Note du 11 décembre 1905 et en posant $lx=R_0^2\eta$)

$$\mathcal{E}=\frac{\pi k}{R^2}\int_{-\infty}^{+\infty}(R^2-R_0^2)^2\,dx=\frac{\pi k l^3}{4}\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{d\eta}{\cosh^4\eta}=\frac{\pi k l^3}{3}.$$

La valeur de $\mathcal{E}$ caractérise, tout comme celle de l, une onde solitaire et le profil, la vitesse de propagation, le maximum de la dilatation radiale s'expriment de suite en fonction de $\mathcal{E}$ au lieu de l. On reconnaît d'ailleurs la stabilité de l'onde en suivant la méthode donnée par M. Boussinesq à propos de l'onde solitaire des canaux.

Nous nous proposons maintenant d'indiquer *la loi du lent décroissement de l'énergie, de la vitesse de propagation et de la dilatation radiale, sous l'influence des résistances de frottement,* localisées dans une mince couche, contiguë à la paroi, où les vitesses longitudinales varient très rapidement, sur une épaisseur insensible, depuis la valeur zéro jusqu'à une certaine valeur u_0.

L'étude générale de telles résistances a été faite par M. Boussinesq (*Journal de Mathématiques*, 1878); le travail total détruit par l'influence du frottement extérieur, à un instant donné et d'un bout à l'autre d'une intumescence, s'évalue comme si la vitesse à la paroi était $u_0 = f(t)$ et que le frottement extérieur valût le produit de cette vitesse par le coefficient fictif de frottement extérieur

$$\varepsilon_1 = 2\sqrt{\frac{\rho\varepsilon}{\pi}}\int_0^{\infty} dn \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} f(t) f'(t-n^2)\,dt}{\int_{-\infty}^{+\infty} f^2(t)\,dt}.$$

C'est dans la détermination de ce coefficient qu'est incluse la difficulté de l'étude de l'affaiblissement graduel des intumescences. Ici, comme

$$u_0 = \frac{l^2}{2R_0^2}\sqrt{\frac{k}{\rho}}\,\text{séchyp}^2\left(\frac{l\omega t}{R_0^2} - \text{const.}\right),$$

si l'on pose $F(\tau) = e^{\tau}(e^{\tau}+1)^{-2}$, on a

$$\varepsilon_1 = \frac{2}{R_0}\sqrt{\frac{2\rho\varepsilon\omega l}{\pi}}\int_0^{+\infty} d\nu \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} F(\tau) F'(\tau-\nu^2)\,d\tau}{\int_{-\infty}^{+\infty} F^2(\tau)\,d\tau};$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} F^2(\tau)\,d\tau = \frac{1}{6}; \quad \int_{-\infty}^{+\infty} F(\tau) F'(\tau-\nu^2)\,d\tau = \frac{(1+u)(6+6u+u^2)}{u^4}\left[\text{Log}(1+u) - \frac{3u(u+2)}{u^2+6u+6}\right],$$

avec $u = e^{\nu^2} - 1$. La quantité entre crochets est la différence entre $\text{Log}(1+u)$ et la quatrième réduite de son développement en fraction continue algébrique donné par Gauss. Soit $u(1-x) = 2x$ et

$$y = \frac{3-x^2}{x^4\sqrt{\text{Log}\frac{1+x}{1-x}}}\left(\text{Log}\frac{1+x}{1-x} - \frac{6x}{3-x^2}\right) = G(x);$$

il vient

$$\varepsilon_1 = \frac{1,5}{R_0}\sqrt{\frac{2l\omega\rho\varepsilon}{\pi}}\int_0^1 G(x)\,dx.$$

J'ai dessiné à très grande échelle et fort exactement la courbe $y = G(x)$, qui part, de l'origine, tangente à Oy, s'infléchit vers Ox et s'élève asymptotiquement à $x = 1$, limitant avec $y = 0$ et $x = 1$ une aire finie; j'ai prolongé l'arc jusqu'à ce qu'il soit distant de $x = 1$ de moins qu'une épaisseur de trait; j'ai mesuré, à l'aide d'un planimètre d'Amsler, par répétition, l'aire ainsi délimitée et obtenu une limite supérieure de l'erreur commise (eu égard à la branche infinie). $\int_0^1 G(x)\,dx$ est comprise entre 0,448 et 0,452, soit 0,450 avec une erreur en plus ou en moins inférieure à deux millièmes.

L'expression de ε_1 en fonction de l'énergie de l'onde $\mathcal{E}$ à un instant donné est par suite, en posant $\mathcal{E} = 8\pi k R_0^3 : 3\nu^3$:

$$\varepsilon_1 = 1,35\sqrt{\frac{\rho\varepsilon}{\pi R_0}}\sqrt[4]{\frac{k}{\rho}}\,\frac{\sqrt{\nu^4+1}}{\nu^3}.$$

L'équation du mouvement amorti est alors

$$\frac{d\mathcal{E}}{dt} + \frac{2\varepsilon_1}{\rho R_0}\mathcal{E} = 0;$$

$$\int_{\nu_0}^{\nu}\frac{\nu^2\,d\nu}{\sqrt{\nu^4+1}} = 0,9\sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho\pi R_0^3}}\sqrt{\frac{k}{\rho}}\,t = mt, \qquad \left(\nu_0 = \sqrt{\frac{2R_0}{l_0}}\right),$$

l_0 caractérisant le volume d'eau refoulé.

Première approximation. — ν croît à partir de ν_0; si l'unité est négligeable devant ν_0^4, on aura $\nu = \nu_0\left(1 + \frac{m}{\nu_0}t\right)$. Par suite

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{\rho}}\left\{1 + \frac{l_0^2}{4R_0^2} : \left(1 + \frac{m}{\nu_0}t\right)^4\right\}.$$

Seconde approximation. — Si l'intumescence a une masse plus importante, on emploiera les fonctions elliptiques d'invariants $g_2 = 1$, $g_3 = 0$. On calcule u_0 par

$$p(u_0) = \frac{R_0}{l} + \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{R_0^2}{l^2}};$$

on construit deux courbes d'ordonnées respectives

$$\nu = \frac{1}{2}\,\frac{d\log p(u)}{du}, \qquad \nu - mt = \nu_0 + 2[\zeta(u_0) - \zeta(u)],$$

qui se déduisent immédiatement de représentatives bien connues; on déter-

mine ν à un instant t donné en intercalant entre elles, suivant les ordonnées, un segment mt et en prenant l'ordonnée correspondante de la première courbe; d'où le graphique de $\nu(t)$.

Un Mémoire étendu développera les conséquences de ces résultats.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les durées comparées d'une émission de rayons X et d'une étincelle en série avec le tube producteur de rayons.* Note de M. **Bernard Brunhes**, présentée par M. Mascart.

Les expériences récentes de M. André Broca (¹) ayant ramené l'attention sur le problème de la durée de décharge dans les tubes à rayons X, je demande la permission de rappeler, en la complétant sur un point, la Communication que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la séance du 9 avril 1900 (²).

J'ai mesuré, par une méthode de disque tournant, la durée d'émission de divers tubes à rayons de Röntgen, notamment d'un tube Chabaud-Villard et d'un gros tube sphérique livré par la maison Ducretet. Un disque de fer percé de nombreux trous circulaires de 4^{mm} à 5^{mm} de diamètre étant interposé entre le tube et un écran fluorescent, les trous, visibles sur l'écran, apparaissent allongés dans le sens du mouvement si l'on vient à imprimer au disque une rotation rapide.

J'ai, depuis lors, photographié l'image de ces trous, en ayant recours à une émission unique de rayons X, et en ayant soin de photographier en même temps, dans un autre secteur du disque tournant, les trous identiques éclairés par l'étincelle d'un micromètre en série avec le tube producteur de rayons. Le résultat constant a été que, tandis que, sur la plaque éclairée par l'étincelle, les trous ne sont jamais allongés dans le sens du mouvement d'une façon appréciable (ce n'est là qu'une variété de l'expérience de Wheatstone et d'Arago sur la durée de l'étincelle et de l'éclair), les images des trous *éclairés* par les rayons X sont allongées dans le sens du mouvement, d'une longueur qui conduit à des valeurs de l'ordre du dix-millième de seconde pour la durée de l'action des rayons X. Il serait intéressant de répéter les mesures galvanométrique et électrodynamométrique de M. Broca sur le courant qui actionne le tube de Röntgen quand il y a, en série avec le tube, un micromètre à étincelles.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 271.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1007.

J'ai montré, dans la même Communication, comment on peut différencier l'action de la lumière ultra-violette d'une étincelle et l'action d'une émission de rayons X sur les potentiels explosifs, en montrant que l'expérience de M. Swyngedauw relative à l'action des rayons X sur une étincelle dynamique réussit encore quand on place le tube de Crookes à côté de l'excitateur secondaire au lieu de le placer à côté de l'excitateur primaire, ce qui n'aurait pas lieu si les étincelles aux deux excitateurs étaient provoquées par la lumière d'une autre étincelle. La conclusion que j'ai tirée de cette expérience, relativement à la persistance de l'action des rayons X, qu'on attribue cette persistance à la durée de l'émisson des rayons X ou à la durée de l'état d'ionisation que provoque leur passage sur le micromètre, n'a pas été acceptée de tous les physisiciens. Il peut être intéressant de noter que, dans son Livre *Conduction of Electricity trough gases,* J.-J. Thomson déclare qu'il lui paraît bien difficile de ne pas admettre cette persistance de l'action des rayons X sur un potentiel explosif [1].

PHYSIQUE. — *Sur la recombinaison des ions des vapeurs salines.* Note de M. G. **Moreau**, présentée par M. Mascart.

Les vapeurs salines ionisées par la chaleur justifient par toutes leurs propriétés (courant de saturation, mobilités) l'hypothèse que les charges séparées y sont portées par un nombre fini de centres électrisés, les uns positifs, les autres négatifs, avec une charge égale en valeur absolue à celle que transporte 1^{at} d'hydrogène dans l'électrolyse. L'attraction mutuelle des ions de signes contraires provoque, par collisions, une recombinaison progressive des charges suivant la loi d'action des masses

$$\frac{dn}{dt} = -\alpha n^2, \tag{1}$$

où n est la densité des charges positives ou négatives, α le coefficient de recombinaison, indépendant du champ électrique qui existe dans le gaz.

La méthode que j'ai employée pour mesurer α est celle que Townsend a utilisée pour les gaz ionisés par les rayons Röntgen :

Un courant d'air traverse une solution saline M où il se charge de sel. Ce sel se vaporise et s'ionise dans un tube de porcelaine chauffé au rouge et parcourt ensuite un tube de laiton A. On détermine les densités n_1 et n_2 des charges positives ou négatives en deux régions du tube A, assez rapprochées pour que les températures extrêmes ne soient pas trop différentes. On note pour cela le courant de saturation entre A et

(1) J.-J. Thomson, *loc. cit.*, p. 528.

une électrode cylindrique concentrique B, disposée dans chaque région. Connaissant la distance moyenne des électrodes B, le débit du courant gazeux, on déduit α de la formule (1). En modifiant la concentration de la solution M et éloignant le système (A, B) de la région d'ionisation, on obtient α pour des concentrations et des températures différentes du courant gazeux.

Voici les résultats obtenus aux températures de 80° et 15°.

Les concentrations de la solution sont indiquées en molécule M par litre d'eau et les valeurs de α en unités électrostatiques.

Concentration =		M.	$\frac{M}{4}$.	$\frac{M}{16}$.	
		α.	α.	α.	ε.
KI	80°	415	795	1324	0,63
	15	78	157	»	0,77
KCl	80	410	811	1576	0,56
	15	106	170	»	0,94
KBr	80	421	843	1552	0,56
	15	84	202	»	0,99
$KAzO^3$	80	348	763	1408	0,65
	15	89	200	»	1
RbCl	80	»	»	1216	0,73
	15	»	»	141	0,89
$\frac{1}{2}(K^2CO^3)$	80	1146	»	»	0,56
	15	196	»	»	0,74

I. De ces nombres il suit :

A une température donnée, le coefficient de recombinaison α varie sensiblement comme l'*inverse de la racine carrée de la concentration*. Il diminue à mesure que la température s'abaisse.

Pour interpréter ce résultat, je rappelle que, dans une communication récente (*Comptes rendus*, 26 décembre 1905), j'ai montré que les ions des vapeurs salines sont plus gros que ceux des gaz ordinaires, qu'ils se comportent au voisinage de 100° comme s'ils étaient formés d'un centre électrisé de la grosseur de 1^{mol} de gaz, entouré de 2 à 7 couches de molécules et qu'au voisinage de 15° le nombre des couches peut s'élever jusqu'à 20. Comparée à celle des gaz ordinaires, leur vitesse d'agitation thermique sera faible et la plupart des collisions, entre ions de signes contraires sera suivie de recombinaison. Dans ce cas extrême, le coefficient α est proportionnel aux mobilités et, comme j'ai établi que celles-ci dépendent de la concentration de la vapeur suivant la formule $K = \frac{K_0}{C^m}$ où $m = 0,39$, il suit que le coefficient α augmentera à mesure que la concentration C diminuera.

En raison de la différence des mobilités, il doit être plus petit que celui des gaz

ordinaires (pour l'air ionisé dans les conditions normales de température et de pression, $\alpha = 3400$). Pour une même concentration, il diminuera quand la masse de l'ion augmentera; à 15°, où les ions des vapeurs sont comparables à des gouttes, il sera notablement plus faible qu'à 80°.

II. On peut d'ailleurs calculer, avec la formule de Langevin $\varepsilon = \frac{\alpha}{8\pi K}$, le rapport ε du nombre des recombinaisons au nombre des collisions entre ions de mobilités égales K. Théoriquement ε ne peut dépasser l'unité.

Ayant mesuré K à différentes températures, j'ai pu établir une formule reliant K à la température absolue, calculer ainsi les mobilités aux températures d'observation de α et déduire ε. Les nombres obtenus sont indiqués dans la dernière colonne du Tableau précédent. Ils correspondent à des mobilités qui, à 80° pour le champ de 1 volt-centimètre, sont comprises entre $0^{cm},08$ et $0^{cm},31$ et, à 15°, entre $0^{cm},013$ et $0^{cm},03$.

On voit qu'à 80° la valeur moyenne de ε est 0,61 c'est-à-dire que les deux tiers des collisions sont suivis de recombinaison. Ce nombre est plus élevé que pour l'air ionisé dans les conditions ordinaires de température et de pression où il égale 0,27. Il est du même ordre que celui des gaz issus d'une flamme pour lesquels les mobilités sont aussi comparables. A 15°, ε est voisin de l'unité : pour les gros ions, presque toutes les collisions sont suivies de recombinaison.

En résumé, aussi bien par les valeurs de leurs mobilités que par celles de leur coefficient α, les ions des vapeurs salines, pour les températures comprises entre 170° et 0°, se classent entre les ions des gaz ordinaires et les gros ions dus à l'oxydation du phosphore. A mesure que la température s'élève, leur masse diminue et, dans une flamme, ils deviennent comparables, pour l'ion négatif, aux particules cathodiques et, pour l'ion positif, à l'atome d'hydrogène.

CHIMIE MINÉRALE. — *Remarque sur les combinaisons des métaux rares du groupe cérium et sur leurs sulfates en particulier.* Note de M. **Camille Matignon.**

Je demande à l'Académie la permission de rappeler que je lui ai présenté depuis l'année 1900 une série de Notes relatives aux combinaisons des métaux rares du groupe cérium, lanthane, praséodyme, néodyme, samarium. Ces publications, au nombre de quinze, ont paru dans les *Comptes*

rendus depuis l'année 1900 jusqu'à 1906 (t. CXXXI, p. 837 et 891; t. CXXXII, p. 36; t. CXXXIII, p. 289; t. CXXXIV, p. 427, 657, 1308; t. CXL, p. 141, 1181, 1339 et 1637; t. CXLI, p. 53 et 1230; t. CXLII, p. 93 et 276). Elles ont spécialement pour objet l'étude générale des chlorures et des sulfates de ces divers métaux : préparation, propriétés physiques et chimiques, conditions de décomposition progressive, thermochimie, etc.; toutes études effectuées sur plusieurs centaines de grammes de ces coûteuses substances.

M. Otto Brill a publié dans le numéro du 20 novembre 1905 du *Zeitschrift für anorganische Chemie* (t. XLVII, p. 464) un travail particulier exécuté sur quelques milligrammes de substance et relatif à certains sulfates de ces terres rares, c'est-à-dire à une question dont je m'étais déjà occupé en 1902 (*Comptes rendus,* t. CXXXIV, p. 657) et sur laquelle j'ai publié le 26 décembre dernier des résultats qui avaient fait l'objet de mes propres et longues études, dans le cours de 1905, au laboratoire du collège de France de M. Berthelot qui en a eu continuellement connaissance.

Nous nous sommes ainsi rencontrés sur ce point spécial, en ayant travaillé d'une manière indépendante. M. Brill m'écrit à ce sujet pour réclamer, d'après une antériorité d'un mois de sa publication, laquelle m'avait échappé, la priorité et le monopole des études dans lesquelles il venait de débuter. Il semble d'ailleurs avoir ignoré lui-même mes travaux antérieurs sur ces métaux, travaux qui me paraissent, suivant les usages reçus dans la Science, me donner le droit de les poursuivre en toute liberté.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les iodomercurates de calcium.* Note de M. **A. Duboin**, présentée par M. L. Troost.

Depuis le travail de Polydore Boullay ([1]) qui date de 1827, on n'a pas cherché à établir la constitution des iodomercurates de calcium.

En continuant l'étude des liqueurs lourdes à base d'iodure de mercure, j'ai été amené à trouver trois iodures doubles de mercure et de calcium nouveaux dans les circonstances suivantes.

On dissout dans de l'eau tiède, alternativement et jusqu'à refus, de l'iodure de calcium et du biiodure de mercure, en terminant par un léger excès d'iodure de calcium.

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XXXIV, 1827.

La solution obtenue, filtrée à 15°,9, a pour densité 2,89; elle présente la composition suivante :

			Fraction de molécule.
Calcium.........	3,63 %	3,58 %	0,0895
Mercure.........	23,35	23,45	0,117
Iode............	53,17	53,20	0,418
Eau (diff.).......	19,85	19,77	1,229

Cette composition peut se traduire par la formule

$$CaI^2, 1,30\ HgI^2, 12,30\ H^2O.$$

Abandonné à un refroidissement de quelques degrés, elle laisse déposer des cristaux jaunes très volumineux; je n'ai pu en déterminer le système cristallin, car ils sont extrêmement déliquescents. L'analyse d'un produit bien débarrassé de son eau mère conduit à la formule

$$CaI^2, HgI^2, 8H^2O.$$

	Trouvé.		Calculé.
Calcium.......	4,60 %	4,67 %	4,484
Mercure.......	21,74	21,78	22,421
Iode...........	56,42	56,29	56,950
Eau...........	»	»	16,143

Densité : Deux déterminations à 0° ont fourni 3,258 et 3,337.

Les cristaux obtenus sont solubles sans décomposition dans l'eau, dans les alcools méthylique, éthylique, amylique, butylique, isobutylique; la glycérine; l'acétate d'éthyle, les propionates de méthyle et d'isobutyle; l'iodure d'allyle, l'aldéhyde, l'acétone, l'acide acétique; l'oxalate d'éthyle, l'aniline.

Avec le nitrate d'éthyle, ils fondent et il reste une goutte de liquide au fond du tube à expérience; très peu solubles dans la nitrobenzine qui prend une teinte jaune assez foncée. Ils paraissent tout à fait insolubles dans le chloroforme, le tétrachlorure de carbone, l'iodure d'éthyle, le bromure d'éthylène, la benzine, la benzine monochlorée, le toluène, etc.

Deuxième iodomercurate. — La liqueur qui a laissé déposer le sel précédent est additionnée d'iodure de mercure et portée à l'étuve; par refroidissement, au voisinage de 0°, il se dépose de très petits cristaux, parfaitement nets, qui diffèrent des précédents par une déliquescence moindre; séchés sur des plaques de porcelaine dans l'air sec, ils se conservent bien lorsqu'on les sort de la cloche.

Troisième iodomercurate. — Si l'on abaisse la température de la solution

au-dessous de 0°, on voit apparaître, en même temps qu'un accroissement des cristaux précédents, un nouveau produit sous forme de longs prismes accolés les uns aux autres, striés dans le sens de leur longueur et qui, ayant 1^{cm} ou 2^{cm} de longueur, sont faciles à séparer des précédents. Si l'on filtre la solution et qu'on la refroidisse, on voit se déposer dans la liqueur claire les deux espèces de cristaux. J'ai analysé les petits cristaux, qui, plus petits que les précédents, avaient une teinte jaune plus claire; les analyses III et IV montrent que c'est exactement le même produit.

Le deuxième iodomercurate a pour formule

$$CaI^2, 5HgI^2, 8H^2O.$$

	Trouvé.				
	I.	II.	III.	IV.	Calculé.
Calcium.......	1,46	1,52	1,44	1,43	1,477
Mercure......	37,27	37,12	37,27	37,09	36,927
Iode..........	55,96	56,22	55,82	56,16	56,277
Eau..........	»	»	»	»	5,317

Le produit correspondant obtenu avec l'iodure de strontium a pour densité à 0° : 4,7.

Il est décomposé et donne un précipité rouge d'iodure mercurique par l'eau, les alcools méthylique, éthylique, amylique; la glycérine, l'aldéhyde, l'acide acétique, l'acétone.

Il se décompose lentement avec la nitrobenzine et avec l'oxalate d'éthyle; il est insoluble dans la benzine monochlorée, le toluène, le chloroforme, le bromure d'éthylène.

Le troisième iodomercurate a pour formule

$$3CaI^2, 4HgI^2, 24H^2O.$$

	Trouvé.			Calculé.
Calcium.........	3,86	3,91	»	3,858
Mercure.........	25,28	25,19	24,83	25,723
Iode............	56,62	56,32	»	56,527
Eau............	»	»	»	13,890

Densité à 0° : deux déterminations ont donné 3,56 et 3,66.

Ce produit, soluble dans l'eau avec précipitation d'iodure rouge de mercure, donne également ce précipité, mais faiblement et disparaissant rapidement avec l'acide formique et l'acide acétique.

Très soluble dans les alcools méthylique, éthylique, amylique (qui prend une teinte jaune), butylique, isobutylique; la glycérine; l'acétate d'éthyle, les propionates de méthyle, d'isobutyle, l'iodure d'allyle; l'aldéhyde, l'acétone, l'aniline, l'oxalate d'éthyle. Insoluble ou peu soluble dans la nitrobenzine.

Avec le nitrate d'éthyle, les cristaux fondent et la liqueur jaunit légèrement.

Insoluble dans le chloroforme, le chlorure de carbone, le bromure d'éthylène, l'iodure d'éthyle, la benzine, la benzine monochlorée, etc.

En résumé, la solution saturée d'iodure de mercure dans l'iodure de calcium est intéressante par les produits qu'elle peut donner avec de nombreux composés organiques.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'existence des sulfures de phosphore.* Note de **M. H. Giran**, présentée par M. Georges Lemoine.

L'existence d'un certain nombre de sulfures de phosphore est encore discutée. L'étude des températures de fusion des mélanges, en proportions diverses, de soufre et de phosphore, m'a permis d'apporter quelques données précises sur cette question.

Déjà M. Boulouch avait étudié par une méthode analogue (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 165) les mixtes formés par le soufre et le phosphore *au-dessous de* 100°; il était arrivé à cette conclusion que, au-dessous de cette température de 100°, il n'existe pas de sulfure de phosphore comme composé défini, mais seulement un eutectique fusible à +9°,8.

Les recherches qui font l'objet de la présente Note ont été effectuées sur des mixtes *préalablement chauffés à une température plus élevée et telle qu'il y avait certainement combinaison des deux métalloïdes.* Dans ce but, les mélanges étudiés sont enfermés dans de petits tubes scellés que l'on chauffe à 200° environ pour provoquer la combinaison. Après solidification, on détermine la température de fusion du mélange, qui est celle où disparaît le dernier cristal. Les résultats sont représentés par la courbe ci-contre, dans laquelle on a pris pour abscisses les températures et pour ordonnées les proportions de soufre dans le mélange :

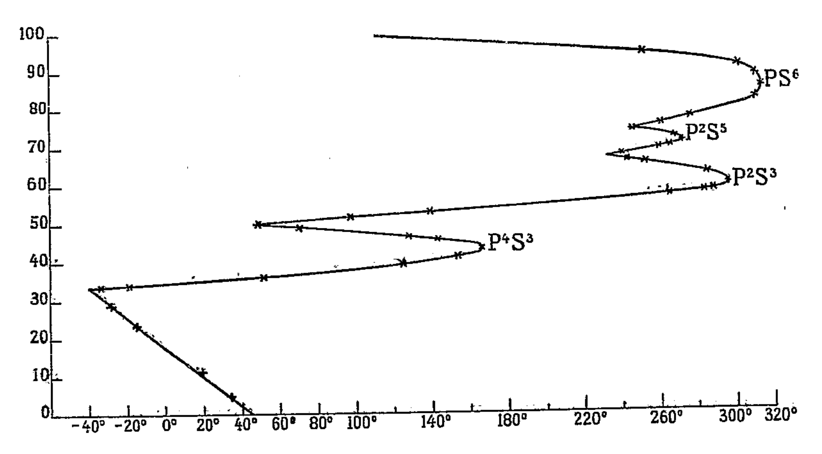
1° Les températures de fusion présentent quatre *maxima :*

	+167°	+296°	+272°	+314°
avec les ordonnées	0,436	0,608	0,721	0,861;

ces nombres indiquent précisément les proportions de soufre contenues dans les sulfures P^4S^3, P^2S^3, P^2S^5 et PS^6 (¹).

Ces quatre sulfures seraient donc les seuls dont l'existence, à haute température, soit réelle.

2° La forme de la courbe au voisinage du maximum qui correspond au sesquisulfure P^4S^3 montre qu'il suffit d'ajouter à ce corps de faibles quantités de soufre ou de phosphore pour abaisser notablement sa température de fusion, ce qui explique les



résultats peu concordants obtenus par les divers expérimentateurs qui ont mesuré cette température.

3° La courbe indique aussi quatre points de fusion *minima :*

	−40°	+46°	+230°	+243°
avec les ordonnées	0,335	0,500	0,675	0,750;

ils correspondent à des eutectiques dont les compositions sont voisines de celles qu'auraient les sulfures P^2S, PS, PS^2 et PS^3. En particulier, le troisième de ces eutectiques n'est, sans doute, pas autre chose que le sulfure P^3S^6 signalé par Seiler et par Ramme comme étant un composé défini.

Les mélanges de soufre et de phosphore qui sont liquides à la température ordinaire (²) présentent, à un haut degré, le phénomène de la sur-

(¹) Le sulfure PS^6 n'a pas encore été isolé; Dupré et Berzélius ont décrit un sulfure P^2S^{12} dont l'existence a paru très douteuse à plusieurs chimistes.

(²) Ces mélanges à excès de phosphore ayant été chauffés préalablement vers 200° correspondent à des mélanges de phosphore et de sesquisulfure P^4S^3 : on savait déjà, par les expériences de M. G. Lemoine (*Thèse de doctorat,* 1865, et *Comptes rendus,* t. XCVI, p. 1632), que ce sesquisulfure se liquéfie aux températures ordinaires quand on le met en contact avec du phosphore solide.

fusion; ceux dont la composition se rapproche de celle du premier eutectique, c'est-à-dire dont le point de fusion est voisin de — 40°, ne peuvent être solidifiés que dans un mélange de neige carbonique et d'acétone.

La Note récente de M. Pélabon, sur les mélanges de l'antimoine avec le sélénium et avec le tellure (*Comptes rendus*, 22 janvier 1906, p. 207), m'a déterminé à publier cette première partie de mes recherches. Je compte les compléter par la détermination des chaleurs de formation des sulfures de phosphore.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés du strontium.* Note de MM. **Guntz** et **Rœderer**, présentée par M. A. Haller.

Les propriétés du strontium sont peu connues jusqu'ici et diffèrent suivant les auteurs; comme nous n'avons pu trouver d'analyse des divers produits obtenus, il nous a paru intéressant de reprendre l'étude de ce métal. Nous avons pu préparer le strontium pur en employant la méthode indiquée par l'un de nous ([1]) pour le baryum. On prépare d'abord de l'hydrure de strontium exempt de mercure par l'action de l'hydrogène à refus sur l'amalgame du strontium. Dans le vide de la trompe à mercure vers 1000°, ce composé se dissocie, et l'on peut condenser facilement, sur un tube en acier refroidi, la vapeur de strontium.

Voici quelques propriétés du produit obtenu, qui renfermait 99,43 de strontium.

Métal cristallisé, blanc d'argent, se ternissant presque instantanément au contact de l'air; il fond vers 800° et se volatilise à une température plus élevée. L'acide carbonique sec est sans action à froid; au rouge, il est absorbé, avec formation de carbure et de strontiane. L'éther de pétrole, le benzène secs ne l'altèrent pas.

Il n'en est pas de même de l'alcool absolu qui le dissout facilement avec dégagement d'hydrogène. L'eau est également décomposée, il y a formation de strontiane dissoute.

Nous avons également déterminé la chaleur d'oxydation du strontium, en dissolvant dans une solution très étendue d'acide chlorhydrique un poids connu du métal.

L'expérience donne pour la réaction :

$$\text{Sr solide} + n\,\text{HCl étendu} = \text{SrCl}^2\ \text{diss.} + \text{H}^2 \ldots\ldots \quad +128^{\text{Cal}},0$$

moyenne de trois expériences ayant donné $(+127^{\text{Cal}},5,\ +127^{\text{Cal}},0,\ +129^{\text{Cal}},5)$;

Thomsen avait trouvé $+117^{\text{Cal}},05$ en partant d'un strontium très impur.

([1]) Guntz, *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 1240.

Il faut donc augmenter toutes les chaleurs de formation des composés du strontium, calculées à partir des éléments, de $+11^{Cal},0$.

La chaleur d'oxydation du strontium devient alors :

$$\text{Sr métal} + \text{O gaz} = \text{SrO sol} \ldots\ldots\ldots \quad +141^{Cal},2$$

or, comme on a déjà :

$$\text{Ca sol.} + \text{O gaz} = \text{CaO sol} \ldots\ldots\ldots \quad +151^{Cal},9$$

$$\text{Ba sol.} + \text{O gaz} = \text{BaO sol} \ldots\ldots\ldots \quad +133^{Cal},4$$

On voit que la chaleur d'oxydation du strontium est intermédiaire entre celles de Ca et de Ba, comme le faisaient prévoir les analogies chimiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de quelques éthers d'acides bibasiques sur les dérivés halogéno-magnésiens des amines aromatiques primaires.* Note de M. F. **Bodroux**, présentée par M. Troost.

Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 1108) j'ai montré que le carbonate neutre d'éthyle réagit sur les dérivés halogéno-magnésiens des amines aromatiques primaires, en donnant naissance à des dérivés monosubstitués de l'uréthane.

Une seule des fonctions de l'éther-sel employé entre donc en réaction. Il n'en est pas de même lorsqu'on opère avec l'oxalate neutre d'éthyle. Le complexe formé, détruit par l'acide chlorhydrique étendu, fournit une oxamide disubstituée symétriquement :

$$\begin{array}{l} COOC^2H^5 \\ | \\ COOC^2H^5 \end{array} + \begin{array}{l} R-NH-MgI \\ R-NH-MgI \\ R-NH-MgI \\ R-NH-MgI \end{array} = \begin{array}{l} C\begin{cases} NH-R \\ NH-R \\ O-Mg-I \end{cases} \\ | \\ C\begin{cases} O-Mg-I \\ NH-R \\ NH-R \end{cases} \end{array} + 2Mg\begin{cases} OC^2H^5 \\ I \end{cases}$$

$$\begin{array}{l} C\begin{cases} NH-R \\ NH-R \\ O-Mg-I \end{cases} \\ | \\ C\begin{cases} O-Mg-I \\ NH-R \\ NH-R \end{cases} \end{array} + \begin{array}{l} HCl \\ HCl \end{array} = 2Mg\begin{cases} Cl \\ I \end{cases} + 2R-NH^2 + \begin{array}{l} CO-NH-R \\ | \\ CO-NH-R \end{array}$$

Même avec un excès d'oxalate d'éthyle cette réaction se produit. Quel-

quefois cependant, il se forme, mais en très petite quantité, l'éther oxamique substitué :

$$\begin{array}{l} CO - NH - R \\ | \\ COOC^2H^5. \end{array}$$

J'ai ainsi obtenu : avec un bon rendement, la diphényloxamide, les dicrésyloxamides ortho et para; avec un mauvais rendement, la β-dinaphthyloxamide.

Le succinate d'éthyle se comporte comme l'éther oxalique : avec l'aniline il m'a donné la diphénylsuccinamide; avec la paratoluidine, la diparacrésylsuccinamide. Le malonate d'éthyle ne fournit pas de dérivés de substitution : agissant comme acide, par son groupement $- CH^2 -$, il déplace simplement l'amine aromatique de sa combinaison magnésienne.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la constitution des sulfates chromiques.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Georges Lemoine.

Le sulfate vert provenant de la réduction par le gaz sulfureux d'une dissolution froide d'acide chromique a pour composition après dessiccation dans le vide [1] : $[Cr^2(SO^4)^3 + 7,5H^2O]$. Il renferme deux radicaux SO^4 dissimulés et se transforme en un sel bleu-turquoise $[Cr^2(SO^4)^3 + 10H^2O]$ qui ne contient plus qu'un radical SO^4 dissimulé (*Comptes rendus*, décembre 1905, p. 1020).

Ces deux corps sont intermédiaires entre le sulfate violet ordinaire, dont l'acide réagit en totalité sur le chlorure de baryum et un sulfate inconnu, dont l'acide serait entièrement dissimulé et dont je me propose d'établir l'existence.

Sulfate tri-dissimulé. — Au lieu d'opérer dans la glace, je fais congeler une dissolution d'acide chromique et je la sature de gaz sulfureux en maintenant constamment vers 4° au-dessous de zéro la température du mélange. La dissolution obtenue est verte. Son examen cryoscopique indique une condensation de 3^{mol} sulfuriques sur Cr^2, comme pour les sels précédents. Évaporée dans le vide sec aussitôt sa préparation terminée, elle donne des écailles de formule $[Cr^2(SO^4)^3 + 6H^2O]$. Une molécule

(1) *Comptes rendus*, mai 1905, p. 1451.

dissoute, totalement décomposée par la potasse en dissolution, dégage environ 60 grandes calories.

Enfin, en traitant immédiatement par le chlorure de baryum cette dissolution rapidement amenée à une température ambiante de 7° à 8°, j'ai constaté que :

1° $0^{mol},4\,BaCl^2$ diss. + $1^{mol}Cr^2(SO^4)^3$ diss. dégagent $2^{Cal},25$;

2° Qu'une nouvelle addition de $BaCl^2$ reste sans effet thermique.

En répétant la même opération sur une autre portion du même sulfate conservé pendant 24 heures à 8°, j'ai trouvé :

1° Que $2 \times 0^{mol},4\,BaCl^2$ dégagent $2 \times 2^{Cal},8 = 5^{Cal},60$;

2° Qu'une nouvelle addition de $0^{mol},2\,BaCl^2$ dégage $1^{Cal},10$.

Donc la liqueur initiale, même à 8°, ne renferme pas $0^{mol},4\,SO^4$ d'acide précipitable, car elle eût dégagé $2^{Cal},8$ et non $2^{Cal},25$. Le sel obtenu contient par conséquent plus de $2^{mol},6\,SO^4$ à l'état dissimulé. Mais je n'ai pu constater la dissimulation tout à fait complète du troisième radical SO^4. Elle s'évanouit trop rapidement : même à 0°, le volume des dissolutions varie assez vite.

Ici encore, à mesure que l'état dissimulé disparaît, il y a fixation d'eau à l'intérieur de la molécule saline. Ayant abandonné, vers 8°, au voisinage du liquide destiné à la calorimétrie, un dilatomètre plein de la dissolution primitive, j'ai constaté, au bout de 24 heures, une diminution de volume d'environ 11^{cm^3} par molécule de sulfate, soit $\frac{11}{18}$ ou $0^{mol},61\,H^2O$. Or la proportion d'acide dissimulé qui a disparu corrélativement est précisément d'environ $0^{mol},60$, si on la calcule d'après les déterminations thermochimiques précédentes et si l'on tient compte de la proportion salifiée à l'origine de l'expérience. Donc : *L'acide dissimulé disparaît en proportion de l'eau de constitution qui se fixe sur le sel.*

Par des mesures volumétriques analogues, je me suis assuré qu'inversement l'état dissimulé apparaît à mesure que l'on élimine l'eau de constitution des sulfates proprement dits. De là résulte que, si l'on représente arbitrairement le sulfate tri-dissimulé par la formule $Cr^2(SO^4)^3$, le sulfate vert deviendra $Cr^2(SO^4)^3H^2O$, tandis que le sulfate bleu turquoise sera $Cr^2(SO^4)^3(H^2O)^2$ et que le sulfate violet pourra s'écrire $Cr^2(SO^4)^3(H^2O)^3$.

Sulfates acides. — Pour mettre ces formules en rapport avec la valence du chrome, c'est-à-dire avec la forme dérivée de l'oxyde Cr^2O^3, le moyen le plus simple consiste à remplacer un groupe divalent SO^4 par les radicaux monovalents (SO^4H) et (OH), de sorte que le sulfate violet ordinaire devient $(OH)^3Cr^2(SO^4H)^3$. Cette forme conduit à la conception de sulfates

acides tels que $(OH)^2Cr^2(SO^4H)^4$ ou encore $Cr^2(SO^4H)^6$, etc., dans lesquels l'acide ne serait pas dissimulé.

Ces corps paraissent, en effet, se former quand on réduit par le gaz sulfureux une dissolution concentrée et froide d'acide chromique dans l'acide sulfurique. En opérant sur un mélange $[2CrO^3 + 3SO^4H^2]$, étendu de son poids d'eau, j'ai obtenu un magma qui, essoré, lavé avec peu d'eau et séché sur plaque poreuse, laisse un corps vert de formule

$$[(OH)^2Cr^2(SO^4H)^4 + 10H^2O].$$

Dans ce sel, la quatrième molécule d'acide semble être fixée avec absorption de chaleur, attendu que l'addition d'une molécule KOH au sel étendu dégage $16^{cal},7$ tandis qu'elle ne donnerait que $15^{cal},7$ au contact d'acide libre. Ajoutons que ce corps, par sa préparation et par ses autres propriétés, diffère de l'acide chromosulfurique découvert par M. Recoura.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'existence des bicarbonates dans les eaux minérales, et sur les prétendues anomalies de leur pression osmotique.* Note de MM. **L.-C. Maillard** et **Lucien Graux**, présentée par M. Armand Gautier.

Il existe un grand nombre d'eaux minérales chez lesquelles l'abaissement cryoscopique semble à première vue assez faible, si on le met en parallèle avec le chiffre de leur minéralisation totale, notamment lorsque celui-ci englobe l'acide carbonique libre ou sous forme de bicarbonates. Des médecins hydrologues, se souvenant qu'une solution de 9^g environ de Na Cl par litre est isotonique aux liquides de l'organisme, qui se congèlent à $-0^o,56$, pensant trouver entre l'abaissement cryoscopique de l'eau et le chiffre de sa minéralisation totale le même rapport qu'entre l'abaissement $0^o,56$ et le poids de 9^g, ont été surpris de trouver un abaissement expérimental plus faible que le chiffre attendu. Ils ont ainsi supposé que ces eaux devaient se trouver dans un état *hypotonique* particulier, leur pression osmotique étant inférieure à ce que ferait prévoir l'analyse chimique.

Partant de ces mêmes considérations, l'un de nous ([1]) avait cru expliquer ce phénomène en admettant que ces eaux renfermaient seulement des carbonates neutres, à l'exclusion des bicarbonates et que l'acide car-

([1]) Lucien Graux, *Comptes rendus*, t. CXLII, 15 janvier 1906, p. 166.

bonique libre ne comptait pas dans l'établissement de la pression osmotique.

En présence de ces conclusions, peu en harmonie avec ce que l'on savait jusqu'ici de la forme des carbonates dissous, nous avons jugé toutefois que la question méritait une étude plus approfondie. Si l'on peut baser le calcul global sur le rapport $\frac{0^\circ,56}{9}$ lorsqu'il s'agit de sels ayant à peu près le même poids moléculaire que Na Cl et ionisés comme lui, on n'en a plus le droit lorsqu'on a affaire à des sels de poids moléculaire différent. Dans le cas d'une eau minérale, il est nécessaire de calculer individuellement la part qui doit revenir, dans l'établissement de la pression osmotique, à chacun des constituants révélés par l'analyse.

Nous avons pris comme exemple cette même eau de Chatel-Guyon (source Gubler, analyse de M. Magnier de la Source) qui avait servi dans la Note citée ([1]). Pour chaque espèce, divisant la quantité du sel contenue dans 1^l par son poids moléculaire, on obtient le nombre de molécules-grammes par litre. Multipliant ce nombre de molécules-grammes par le nombre d'ions que peut fournir la molécule dans le cas (très voisin de la vérité pour les eaux minérales) où la dissociation électrolytique est complète, on a le *nombre d'ions-grammes par litre*. Il suffit de totaliser les nombres relatifs aux différentes substances de l'analyse pour avoir le total des particules agissant dans la détermination de la pression osmotique. Pour le calcul, les sels neutres ont été considérés comme ionisés à 100 pour 100, CO^2 et SiO^2 ont été calculés comme molécules entières; quant aux bicarbonates, on peut admettre approximativement, ce que confirme la cryoscopie de solutions étendues de $NaHCO^3$, qu'une seule de leurs deux fonctions est dissociée.

TABLEAU I. — *Chatel-Guyon (source Gubler, analyse de M. Magnier de la Source).*

Substances dissoutes.	Formules.	Poids moléculaire.	Poids de substance par litre.	Nombre de moléc.-gr. par litre.	Nombre d'ions par molécule.	Nombre d'ions-gr. par litre.
			g			
Acide carbonique libre.	CO^2	44	1,1120	0,02527	(1)	(0,02527)
Chlorure de magnésium.	$MgCl^2$	95,26	1,5630	0,01641	3	0,04923
Chlorure de sodium....	NaCl	58,5	1,6330	0,02791	2	0,05582
Bicarbonate de chaux..	$Ca(O.CO.OH)^2$	162	2,1796	0,01345	3	0,04035
» de soude ..	NaO.CO.OH	84	0,9550	0,01137	2	0,02274
» de fer.....	$Fe(O.CO.OH)^2$	178	0,0685	0,00038	3	0,00114
» de lithine..	LiO.CO.OH	68	0,0194	0,00029	2	0,00058
» de potasse.	KO.CO.OH	100,15	0,2583	0,00258	2	0,00516
Sulfate de chaux.......	$CaSO^4$	136	0,4990	0,00367	2	0,00734
Silice................	SiO^2	60,4	0,1108	0,00183	(1)	(0,00183)
	Nombre total de particules-grammes par litre......					0,20946

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 166.

Le calcul montre donc que le nombre total des particules-grammes dissoutes dans 1^l pour la source Gubler serait 0,2095. Or on sait, d'après les travaux de Raoult, que 1 molécule-gramme (ou ion-gramme) ajoutée à 100^g d'eau produit un abaissement cryoscopique de 18°,5 et, ajoutée à 1000^g d'eau, un abaissement de 1°,85. Tel est, à très peu près, l'abaissement produit par 1 molécule-gramme dans 1^l. La légère erreur de ce chef et celle commise en admettant que les sels de l'eau minérale sont dissociés dans la proportion de 100 pour 100 tendent à exagérer légèrement l'abaissement calculé. Nous pouvons donc dire, avant toute expérience et en appliquant simplement à l'eau de Chatel-Guyon les lois connues de la cryoscopie, que cette eau doit avoir *un Δ légèrement inférieur à* $1°,85 \times 0,2095 = 0°,388$.

Or l'expérience ([1]) donne $\Delta = 0°,338$. On ne saurait exiger, semble-t-il, une concordance plus satisfaisante.

Voulant savoir d'autre part à quels résultats conduirait l'hypothèse où les carbonates neutres seuls existeraient dans l'eau et où CO^2 n'aurait pas d'influence sur la pression osmotique, nous avons exprimé en carbonates neutres les bicarbonates de l'analyse et refait le même calcul que ci-dessus :

II. — *Chatel-Guyon* (*source Gubler, analyse exprimée en carbonates*).

Substances dissoutes.	Formules.	Poids moléculaire.	Poids de substance par litre.	Nombre de mol.-gr. par litre.	Nombre d'ions par moléc.	Nombre d'ions-gr. par litre.
Chlorure de magnésium.	$MgCl^2$	95,26	$1^g,5630$	0,01641	3	0,04923
» sodium....	NaCl	58,5	1,6330	0,02791	2	0,05582
Carbonate de calcium..	$CaCO^3$	100	1,3454	0,01345	2	0,02690
» sodium...	Na^2CO^3	106	0,6021	0,00568	3	0,01704
» fer......	$FeCO^3$	116	0,0446	0,00038	2	0,00076
» lithium...	Li^2CO^3	74	0,0095	0,00013	3	0,00039
» potassium.	K^2CO^3.	138,3	0,1751	0,00127	3	0,00381
Sulfate de calcium.....	$CaSO^4$	136	0,4990	0,00367	2	0,00734
Silice...............	SiO^2	60,4	0,1108	0,00183	(1)	(0,00183)
		Nombre total de particules-grammes par litre....				0,16312

Le nombre total de particules-grammes par litre, dans l'hypothèse des carbonates, serait donc 0,1631, correspondant à $\Delta = 1°,85 \times 0,1631 = 0°,302$. Ce chiffre n'est pas non plus bien éloigné du chiffre expérimental 0°,338; mais c'est un maximum théorique qui ne peut être dépassé, et les corrections qu'il devrait subir sont de sens tel qu'elles *accentueraient* l'écart. La concordance est donc ici moins bonne que dans le cas des bicarbonates.

On voit, d'après cet exemple, que les résultats cryoscopiques ne s'op-

([1]) LUCIEN GRAUX, *loc. cit.* Le chiffre des millièmes ne saurait être garanti d'une manière précise.

posent en rien, au contraire, à la notion admise jusqu'ici de l'existence des bicarbonates dans les eaux. De plus, l'application judicieuse des lois de la cryoscopie aux eaux minérales fait disparaître les prétendues anomalies de la pression osmotique auxquelles aurait fait croire un calcul trop schématique.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur un mode nouveau d'extraction de l'huile de badiane*. Note de M. **Ph. Eberhardt**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On a jusqu'à présent admis que l'huile de badiane était extraite en Chine d'un *Illicium* dénommé *anisatum* par Linné, renommé plus tard de la même façon par Loureiro, et qui n'est autre en réalité que l'*Illicium religiosum* Lieb., du Japon; or, ainsi que je l'ai démontré récemment ([1]), il n'en est rien, l'*Illicium* auquel on s'adresse pour cela étant l'*Illicium verum* décrit par Hooker, le seul d'ailleurs qui soit cultivé dans le sud de la Chine et le nord du Tonkin.

Non seulement l'*Illicium anisatum* dont on rencontre quelques exemplaires dans les forêts de ces régions n'est pas employé par les indigènes, mais on doit, ainsi que l'a démontré le Dr Bretschneider, le considérer comme une essence vénéneuse. Ce n'est que lorsque dans l'huile extraite de l'*Illicium verum* on a, par fraude, mélangé de l'huile d'*I. anisatum* que l'on a pu constater les phénomènes d'empoisonnement caractérisé qu'on a signalés à la suite de l'absorption de certaines anisettes ou absinthes.

Quelle que soit, d'ailleurs, l'espèce à laquelle on ait recours pour l'extraction de l'huile, c'est au fruit que l'on s'adresse; c'est en effet dans cette partie de la plante et plus particulièrement dans le péricarpe, qu'est localisée l'huile essentielle.

Au cours d'une série de recherches entreprises dans la haute région du Tonkin, en vue de l'amélioration culturale de cette essence, dont l'avenir me paraît digne d'attirer l'attention, j'ai été amené à faire l'étude de la morphologie interne de ce végétal.

Or l'étude anatomique de la feuille m'a montré que les cellules du

---

([1]) Ph. Eberhardt, *Étude sur la badiane et sa culture au Tonkin* (*Archives de la Mission scientifique permanente de l'Indo-Chine*).

mésophylle sont au moins aussi riches en gouttelettes d'huile que les cellules du péricarpe.

Cette constatation faite, je me suis livré sur place à un certain nombre d'expériences, j'ai distillé des feuilles en petite quantité, ne pouvant le faire en grand, néanmoins les résultats furent excellents et la valeur de 1^{kg} de feuilles m'a donné près de deux cents gouttelettes d'une huile essentielle très odorante et d'une belle couleur.

On peut donc extraire de l'huile de badiane des feuilles de la plante.

L'huile ainsi obtenue a un point de congélation inférieur à celui de l'huile que l'on retire des fruits, elle se solidifie vers 13° au lieu de 16°. Mais, si l'on songe qu'en général pour la badiane on ne peut compter au point de vue de la récolte qu'une bonne année sur trois, que d'autre part certains fruits arrivent à produire une huile dont le point de congélation est 18°, alors qu'à la bonne huile commerciale on ne demande que 16°, on voit l'immense avantage qu'on peut retirer du procédé que j'indique, quand ce ne serait que pour faire des mélanges ramenant la masse totale à 16°.

En outre, cette méthode ne fatiguerait pas le végétal; il n'en faut pas conclure cependant qu'on pourrait faire la cueillette des feuilles à n'importe quel moment de l'année : une seule époque est propice et d'assez courte durée, car il faut bien songer à ne nuire ni à l'évolution générale de l'arbre, ni à la floraison.

Je recommanderai de faire la cueillette, une seule fois par an, vers le milieu de la saison sèche, c'est-à-dire à l'époque où la production des éléments essentiels est à son maximum de développement [1]. Cette période présente en même temps l'avantage d'être la plus éloignée de la floraison et de ne point porter par conséquent préjudice à cette dernière, Il faudra faire la cueillette à la main et prendre certaines précautions pour ne pas blesser les bourgeons; on a tout intérêt d'ailleurs à s'adresser toujours aux feuilles les plus âgées, celles de la base des branches et à respecter celles de l'extrémité.

On a tout avantage également à broyer les feuilles ou à les hacher avant de les distiller pour faciliter l'évasion des gouttelettes d'huile pendant la distillation; de cette façon cette dernière opération dure moins longtemps et est plus rémunératrice.

En employant ce procédé concurremment avec l'ancien on peut, sinon doubler la production d'une année, l'augmenter au moins de près des deux tiers.

---

(1) Ph. Eberhardt, *Influence de l'air sec sur la structure des végétaux* (*Comptes rendus*, août 1900).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le pouvoir antiprésurant du sérum sanguin des animaux inférieurs (Poissons et Invertébrés).* Note de M. J. **Sellier**.

Les travaux de Helge Röden ([1]), Camus et Gley ([2]), Morgenroth ([3]), Briot ([4]) ont fait connaître l'existence, dans le sérum sanguin des animaux supérieurs, d'un agent qui neutralise les effets coagulants de la présure sur le lait. C'est une antiprésure présentant les propriétés des ferments solubles.

Au cours de mes études sur les diastases des êtres inférieurs, j'ai trouvé que le sérum sanguin de plusieurs groupes d'animaux possédait la propriété d'empêcher la coagulation du lait par la présure. Cet agent antagoniste présente des propriétés diastasiques. Il est détruit à 62°. Il ne dialyse pas. Les divers sérums que j'ai étudiés possèdent à des degrés très variables la propriété antiprésurante.

Pour faire la mesure de cette activité, on peut procéder de deux façons :

1° Ajouter au mélange de 10^{cm^3} de lait et de 1^{cm^3} de sérum des doses progressivement croissantes de présure et observer le moment de la coagulation du lait (méthode de Briot).

2° Ou bien à 10^{cm^3} de lait contenant une quantité (a) d'une solution titrée de présure, ajouter des volumes progressivement croissants de sérum. La force antiprésurante est mesurée par le volume nécessaire à annihiler l'unité de présure.

Les deux procédés donnent pour des forces moyennes des résultats comparables. Il n'en est pas de même quand on veut mesurer l'activité faiblement antiprésurante d'un sérum. Il est préférable alors de déterminer quel est le volume susceptible d'annihiler une quantité (a) de présure sous un volume constant de $0^{cm^3},1$ à des titres faibles et variables, mais connus.

D'où la nécessité de fixer plusieurs unités.

L'unité de force 10 (unité très faible) est capable de coaguler 10^{cm^3} de lait en 40 minutes à 35°. L'unité de force 1000 (unité forte) coagule 1000^{cm^3} de lait dans les mêmes conditions.

([1]) Helge Röden, *Upsala Lakareforenings Forhandlingar*, Bd. XXII, 1887.

([2]) Camus et Gley, *Archives de Physiologie*, t. IX, 1897, p. 764.

([3]) Morgenroth, *Centralbl. f. Bakt. u. Parasit.*, Bd. XXVI, 1899, p. 349.

([4]) Briot, *Comptes rendus*, 1899, p. 1361, et Thèse de la Faculté des Sciences de Paris, 1900.

Le Tableau suivant représente les forces antiprésurantes du sérum sanguin de diverses espèces animales :

Espèces animales.	Volume de sérum annihilant l'unité de présure employée.	Force de l'unité de présure employée.	Volume de sérum annihilant l'unité de présure de force 1000.	Force antiprésurante.
	cm³ cm³		cm³ cm³	
Torpedo marmorata (Torpille).	0,5 à 2	500	1 à 4	100 à 25
Trigon Pastinaca (Tère).......	2	500	4	25
Scylium (Roussette)...........	3	500	6	16,5
Conger vulgaris (Congre)......	1	50	20	5
Sepia (Seiche)................	plus de 1	50	plus de 20	moins de 5
Octopus vulgaris (Poulpe)......	0,1	1000	0,1	1000
Homard.....................	0,3	10	30	3,3
Maïa Squinado (Araignée de mer).	1,5	15	99	1
Cancer Pagurus (Crabe tourteau)	4	10	400	0,25
Helix Pomatia...............	1	15	66	1,5

ZOOLOGIE. — *Sur la faune annélidienne de la mer Rouge et ses affinités.* Note de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les Annélides Polychètes recueillies dans la mer Rouge par MM. le Dr Jousseaume, Coutière et par moi-même forment un total de 116 espèces, dont 70 nouvelles, appartenant à 66 genres, dont 5 nouveaux, qui se répartissent en 22 familles (*Nouvelles Archives du Muséum*, 1900, 1901, 1906, 18 planches, 495 figures dans le texte). Si l'on ajoute à cette liste une cinquantaine d'autres espèces trouvées dans la même mer par Savigny, Ehrenberg et von Frauenfeld, on peut estimer à 170 environ le nombre des espèces de Polychètes actuellement décrites et provenant de cette région, ce qui représente vraisemblablement à peine la moitié des formes qui constituent la faune annélidienne de la mer Rouge.

Malgré les lacunes qu'elle présente, cette première contribution donne lieu à quelques observations qui, bien que n'ayant qu'un caractère provisoire, qu'une valeur absolument actuelle, ne sont cependant pas dénuées d'intérêt à divers points de vue.

Rappelons tout d'abord que certaines espèces récoltées pour la première fois par Savigny ou par Ehrenberg dans la mer Rouge et non revues depuis,

ont été retrouvées et décrites à nouveau d'une manière plus approfondie (*Nereis nuntia* Savigny, *Eunice flaccida* Ehrenberg-Grube, etc.).

Si l'on fait abstraction des espèces nouvelles, que rien n'autorise à regarder comme autochtones, la mer Rouge se montre, au point de vue des Annélides Polychètes, ce qu'elle est au point de vue géographique, c'est-à-dire comme une dépendance de l'océan Indien. Elle possède un noyau d'espèces qui se retrouvent un peu partout dans la zone torride, tout autour du globe. Cette remarque s'applique d'ailleurs aux autres groupes d'Invertébrés de la même mer. Pour n'en donner qu'un exemple, il suffit de remarquer que sur 20 espèces de Géphyriens que j'ai rapportés du golfe de Tadjourah, Hérubel en compte 9, soit près de la moitié, qui existent aux Philippines ou aux îles de la Sonde.

Parmi les espèces appartenant à d'autres mers qu'à l'océan Indien il en est quelques-unes qui méritent une mention particulière : ce sont celles qui vivent aussi sur la côte occidentale d'Afrique, à peu près à la même latitude que Djibouti et qu'on ne connaît jusqu'ici que sur les côtes de ce continent; telles sont la *Glycera africana* Arwidsson, la *Goniada multidentata* Arwidson, l'*Aricia Chevalieri* P. Fauvel et la *Loimia medusa* Savigny. Les travaux de P. Langerhans relatifs aux Annélides de Madère et des Canaries, de P. Fauvel et du baron de Saint-Joseph pour celles de l'embouchure de la Casamance, de von Marenzeller pour celles d'Angra Pequena (Afrique occidentale allemande), de Mac Intosh pour celles du cap de Bonne-Espérance et mes propres recherches pour celles de la mer Rouge ont montré qu'un certain nombre d'espèces de l'océan Atlantique et de la Méditerranée ont contourné les côtes de l'Afrique et habitent le littoral oriental comme le littoral occidental de cette partie du monde. Il n'est donc nullement nécessaire de faire intervenir ici, comme on l'a souvent fait en pareille circonstance, des mers hypothétiques disparues à des époques plus ou moins reculées pour expliquer la similitude des faunes marines des côtes d'un même continent, situées à la même latitude, mais séparées les unes des autres par des milliers de kilomètres. Bien qu'il s'agisse ici d'animaux relativement sédentaires, s'éloignant peu, en général, de l'endroit où ils se sont développés, ce fait ne doit pas surprendre si l'on observe que les larves de Polychètes sont pélagiques et peuvent être portées par les courants côtiers loin de leur point d'origine.

Dans la zone torride, les caractéristiques climatériques et, par suite, les conditions d'existence des animaux qui y vivent présentent une stabilité plus grande que partout ailleurs; on peut être tenté d'attribuer à cette cause l'homogénéité plus grande de la faune marine dans les régions tropicales que dans les autres parties du globe. Mais on doit remarquer qu'une pareille similitude s'observe dans les mers de l'hémisphère sud. Ehlers a montré récemment (1904) que la faune des Polychètes néo-zélandais offre des affinités d'une part avec celle de l'Afrique du Sud, d'autre part avec celle du détroit de Magellan. Certaines de ces espèces « eurypacifiques » sont

communes aux trois régions pourtant éloignées les unes des autres de plusieurs milliers de kilomètres; telles sont : *Nereis vallata* Grube, *Thelepus rugosus* Ehlers.

On connaît maintenant dans divers groupes d'Invertébrés des espèces qui se trouvent dans toutes les mers. Il semble donc que, à mesure que nos connaissances s'étendent, les « provinces zoologiques », que l'on s'ingéniait à délimiter aussi rigoureusement que possible, se fusionnent peu à peu, même pour les groupes les plus sédentaires. Il ne paraît pas en être de même, actuellement du moins, pour les faunes abyssales, comme le font remarquer Kœhler et Vaney dans leur beau Mémoire sur les Holothuries de l'*Investigator*. Ainsi, deux parties voisines d'un même océan, l'archipel de la Sonde d'une part, le golfe du Bengale et la mer d'Oman d'autre part, possèdent des faunes d'Holothuries très différentes. Le même fait a été constaté pour d'autres animaux. Les faunes abyssales, au lieu d'avoir le cosmopolitisme qu'on leur a attribué quelquefois, se montreraient plus ou moins localisées. Si ces résultats se généralisaient, il en résulterait que, tandis que les formes littorales seraient plus ou moins vagabondes et migratrices, celles des grands fonds seraient beaucoup plus sédentaires. Mais il serait prématuré et téméraire de ramener les choses à une formule aussi simple, car les points explorés par les expéditions scientifiques qui se multiplient tant à l'étranger ne représentent encore aujourd'hui qu'une portion infime de la surface occupée par les mers sur le globe.

HISTOLOGIE. — *Les glandes salivaires de l'Escargot* (*Helix pomatia*). Note de MM. **Pacaut** et **P. Vigier**, présentée par M. Joannes Chatin.

On décrit généralement, chez l'Escargot, une seule paire de glandes salivaires, organes aplatis et lobés, d'aspect foliacé, disposés à la surface de l'œsophage et de la partie antérieure de l'estomac, et déversant leur produit dans la cavité buccale par l'intermédiaire de deux longs canaux excréteurs, qui s'abouchent dans la paroi supérieure du bulbe buccal, de chaque côté de l'œsophage. En réalité, l'appareil salivaire de l'Escargot est plus complexe : la salive résulte du mélange de la sécrétion des deux glandes salivaires proprement dites et de celle de deux organes, découverts par Nalepa (1883) et, depuis, à peu près complètement oubliés, car nous ne les avons vus mentionnés par aucun des auteurs qui ont étudié les glandes salivaires des Mollusques, si ce n'est par Amaudrut (1898).

Ces organes, que nous appellerons *glandes de Nalepa*, sont logés symétriquement dans la paroi même du bulbe, sur le trajet des canaux des glandes proprement dites. Ils résultent de la juxtaposition d'un grand nombre de glandules unicellulaires, longuement pédiculées, qui débouchent toutes directement et séparément dans chacun des deux canaux excréteurs des glandes salivaires. Les corps de ces cellules, reportés à la périphérie, forment autour de chaque canal un manchon glandulaire, parfois subdivisé par la pénétration du tissu conjonctif ou des fibres musculaires du bulbe. Mais ce n'est là qu'une pseudolobulation; car, dans chacun des amas ainsi délimités, il n'y a pas de voie d'excrétion commune aux cellules qui le composent, et qui, toutes, déversent leur produit directement dans la lumière du canal salivaire (chez *Helix pomatia, H. aspersa*).

Le mode suivant lequel ces cellules se sont différenciées de l'épithélium de revêtement du canal, est le même que celui suivant lequel se différencient les cellules des glandes salivaires proprement dites. Comme nous avons pu nous en assurer par l'étude histologique d'un grand nombre de ces organes, la glande salivaire proprement dite est le siège d'une rénovation incessante de ses éléments sécréteurs, rénovation plus ou moins rapide, suivant les conditions physiologiques des animaux étudiés. A mesure que les cellules usées, épuisées, dégénèrent ou se transforment, de jeunes cellules se différencient aux dépens de l'épithélium même des canaux excréteurs, sur tout le trajet des branches de moyen et de petit calibre, qui se ramifient dans l'organe. Ce mode de rénovation a été jusqu'ici méconnu, les auteurs qui nous ont précédés ayant en vain cherché des figures de karyokinèse dans cet épithélium. En réalité, c'est par un tout autre processus que s'effectue la multiplication des éléments épithéliaux qui se différencieront en cellules glandulaires. Nous avons observé, en effet, de très nombreux noyaux en cours d'amitose, disséminés le long des voies d'excrétion dans le parenchyme de la glande. Nous avons constaté également que certaines des cellules, ainsi nées de l'épithélium des canaux par division directe, s'accroissent, débordent par leur base les cellules voisines, épithéliales, s'enfoncent et se différencient en éléments sécréteurs, tout en restant reliées à la lumière du canal par un pédicule plus ou moins étiré, qui représentera la voie première d'émission du produit.

Il en résulte que, dans la glande salivaire proprement dite, les cellules sécrétrices sont disséminées, intercalées entre des éléments épithéliaux de revêtement et que la glande tout entière est un agrégat de glandules unicellulaires à fonctionnement en quelque sorte indépendant. Il n'est pas possible de reconnaître dans le parenchyme de l'organe des segments purement sécréteurs ou purement excréteurs. La glande salivaire de l'Escargot se distingue donc d'une glande composée (acineuse ou tubuleuse) ordinaire, par la différenciation diffuse de l'épithélium et le défaut de synchronisme dans l'évolution des éléments sécréteurs.

La constitution de la glande salivaire proprement dite étant ainsi interprétée, celle de la glande de Nalepa n'a rien qui puisse surprendre. L'une

et l'autre sont formées de glandules unicellulaires résultant de la différenciation locale de l'épithélium du même canal salivaire.

La communauté d'origine de ces deux glandes s'affirme en outre par les caractères de leurs éléments sécréteurs, qui sont fondamentalement les mêmes. Dans l'une et dans l'autre, nous distinguons en effet des *mucocytes* et des *zymocytes*, qui élaborent du *mucus* et des *ferments*, et dont les phases d'évolution sont très comparables d'une glande à l'autre. Il y a bien entre les cellules des deux glandes des différences de forme; mais nous croyons pouvoir les rapporter à des différences dans les conditions de milieu où elles évoluent. C'est ainsi que, dans la glande proprement dite, les cellules non gênées dans leur développement et librement baignées par l'hémolymphe, sont globuleuses, rattachées aux ramifications des canaux excréteurs par un pédicule court, tandis que, dans la glande de Nalepa, les cellules comprimées entre les faisceaux conjonctifs ou musculaires de la paroi du bulbe fusent dans la profondeur.

Mais ces différences ne sont pas suffisantes pour empêcher de considérer la glande salivaire proprement dite (topographiquement postérieure) et la glande de Nalepa (topographiquement antérieure) comme le résultat de la différenciation locale d'une même invagination épithéliale.

Aussi, bien qu'elles soient, au point de vue purement descriptif, parfaitement séparées et individualisées, nous ne pouvons pas homologuer les glandes de Nalepa avec les glandes salivaires antérieures, génétiquement distinctes, qui existent chez d'autres Gastéropodes, en particulier chez certains Prosobranches. Pour les mêmes raisons (similitude d'origine et de structure), nous repoussons l'hypothèse d'Amaudrut, qui tend à considérer ces amas glandulaires comme les homologues des poches buccales des Diotocardes. Si l'on devait retrouver chez les Pulmonés l'homologue de poches buccales, nous le verrions bien plutôt dans la dépression constante, en forme de sillon, au fond de laquelle s'ouvre le canal salivaire et qui, d'autre part, communique largement avec la cavité buccale.

PATHOLOGIE. — *Mécanismes des modalités pathologiques spéciales à chaque organe au cours d'une maladie générale.* Note de M. A. **Charrin**, présentée par M. E. Roux.

Les manifestations pathologiques d'un agent morbifique spécial, évoluant au sein d'une économie déterminée, fréquemment varient d'un organe à

l'autre. C'est ainsi qu'ordinairement ulcéreuse dans les poumons, par contre dans le foie, à moins de se localiser au niveau des voies biliaires, la tuberculose provoque, en général, des lésions de dégénérescence habituellement graisseuse. Plus souvent même qu'on ne le pense, au cours de cette affection, l'élément anatomique caractéristique, la granulation, peut faire défaut; d'autre part, cette granulation est susceptible de se développer non seulement en dehors de l'action du bacille de Koch, sous l'influence d'autres parasites ou de poudres inertes, mais aussi en l'absence de tout élément figuré.

Les diversités anatomiques ou fonctionnelles des viscères atteints, la nature de la porte d'entrée du virus, l'état de ce virus, les modalités réactionnelles des tissus, de nombreux facteurs conditionnent les différences de ces modifications anatomo-pathologiques. Toutefois, si, en elles-mêmes, ces différences sont assez connues, les mécanismes qui président à leur genèse demeurent obscurs. Aussi est-il intéressant, à l'aide d'une série d'observations et d'expériences, de tenter d'éclairer la question.

a. Chez un animal contaminé par un champignon (*Stearophora radicicola*), examiné comparativement au rein, le foie offre des altérations plus accentuées. Or, soit en analysant parallèlement les phénomènes qui se succèdent dans des cultures de ce champignon, dont, par leur teneur, les unes se rapprochent de la constitution du parenchyme hépatique et les autres de celle du tissu rénal, soit en examinant avec détails l'état des deux viscères en cause, on se rend partiellement compte des mécanismes qui, d'un appareil à l'autre, entraînent une disparité de lésions.

Dans ces cultures du premier groupe, qui, par leurs hydrates de carbone, leur glycogène, etc., sont plus ou moins analogues aux plasmas de la glande biliaire, la végétation est plus riche, la morphologie plus développée, l'élaboration des matériaux nutritifs plus rapide, la variété des produits nocifs formés (acides lactique, acétique, butyrique, alcool, etc.) plus considérable que dans les milieux rappelant par leur composition (urée, substances protéiques, etc.) le terrain rénal. D'autre part, rencontrant dans le foie, comme dans cette première catégorie de bouillons, des aliments préférés, relativement aisés à métamorphoser, le champignon évolue plus vite que dans le rein; il se présente sous la forme d'éléments ovoïdes (en général les seuls saisissables dans la glande urinaire) mélangés à des filaments qui, grâce à leur nombre et à leur longueur, désagrègent les travées de l'organe. En outre, à l'exemple des hydrates de carbone des premières cultures, faciles à transformer, les principes constitutifs de cet organe se prêtent également à l'élaboration de composés acides ou éthyliques.

Ainsi, quelle que soit la pathogénie envisagée (action directe du parasite, épuisement du terrain, processus toxiques, etc.), au point de vue de l'intensité ou de la nature des interventions, cette pathogénie s'exerce dans l'un des parenchymes autrement que dans l'autre : de là, dans les résultats, de fatales inégalités.

b. Au cours d'affections nullement parasitaires, l'analyse des phénomènes conduit à d'analogues conclusions. Par exemple, chez des fœtus humains macérés ou chez des femelles en gestation dont on a lié l'utérus, quand on compare entre elles les modifications hépatiques et rénales, ordinairement les premières apparaissent plus profondes. Dans ces conditions, le complexus pathogénique est aussi réduit que possible. Cependant, tout en excluant les agents extérieurs, *in utero* la situation anatomique du foie autorise à redouter l'action de substances nuisibles d'origine maternelle. Mais, en mettant en parallèle les dégradations successives observées dans des fragments de foie et de rein conservés aseptiquement, dans du sérum isotonique, on note de semblables disparités, dont les mécanismes se rattachent partiellement aux éléments qui constituent chacun de ces tissus.

L'arrêt de la circulation et de l'influx nerveux détermine les désordres initiaux, aggravés par la mise en jeu de principes nocifs tels que des ferments du sang. La diffusion de ces facteurs tenant aux appareils circulatoire ou nerveux explique pourquoi, au début des processus morbides, dans les différents viscères, nombre de lésions (hyperémie, thrombose, œdème, état granuleux des protoplasmas, etc.) se ressemblent plus ou moins. Puis, la succession des altérations (*in vivo* comme *in vitro*) entraîne la dislocation des cellules dont le contenu s'échappe, de telle sorte qu'à partir de ce moment, d'un appareil à l'autre, matériaux à transformer et agents transformateurs offrent des dissemblances. Sans doute, dans chacune des glandes hépatique ou rénale agissent des ferments oxydants ou protéolytiques, des peptones, de la leucine, de la tyrosine, de la xanthine, etc.; mais l'intensité d'action de ces composés n'est point toujours et partout uniforme; en particulier, dans le foie, le principe protéolytique est souvent plus actif que la trypsine. D'ailleurs, l'inégalité des tares tient de préférence aux substances que ce foie contient seul ou qu'il renferme dans des proportions plus considérables (cholestérine, jécorine, lécithines, composés amylacés, glycogène, globulines variées, etc.). De certains de ces corps dérivent de multiples acides (Levy, Waldvogel) et de l'alcool (Stoklasa).

De telles dissemblances dans les éléments morbifiques expliquent les inégalités soit des altérations, soit des symptômes (fièvre, amaigrissement, etc.), qu'engendrent ces produits de l'autolyse; spécialement l'abondance relative des acides et des nucléohistones hépatiques modifie les échanges et les coagulations (Nurnberg).

L'évolution des phénomènes morbides subit également, au sein de chaque appareil, des influences particuliéres. C'est ainsi que les matières minérales (fer, chaux) de la glande biliaire hàtent les oxydations. D'un autre côté, suivant l'âge des lésions, des dégénérescences, ici tels principes (catalase, oxydase, sucrase, etc.) disparaissent, tandis que là tels autres se révèlent, changements entraînant la mobilité d'aspect des accidents.

En définitive, en dehors des désordres généraux (circulatoires, nerveux, thermiques, etc.), relevant d'agents (microbes, toxines, poisons), souvent non étroitement localisés, au cours d'un affection fébrile ou non, d'un viscère à l'autre interviennent des éléments pathogènes variables. Chaque organe fait, en partie, la maladie à sa façon : plus que jamais le rôle du terrain se manifeste.

M. **Robert Odier** adresse une Note *Sur le traitement des tumeurs malignes en particulier et des tumeurs en voie de développement par l'injection de liquides organiques riches en ferment glycolytique.*

(Renvoi à l'examen de la Section de Médecine et Chirurgie.)

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 janvier 1906.
(Suite.)

Statistique sanitaire des villes de France pendant l'année 1904 *et Tableaux récapitulatifs des années* 1886 *à* 1904; 19e année; publiée par la Direction de l'Assistance et de l'Hygiène publiques. Melun, 1905; 1 vol. in-8°.

L'Enseignement mathématique, revue internationale paraissant tous les deux mois,

dirigée par MM. C.-A. Laisant et H. Fehr; VIII^e année, n° 1, 15 janvier 1906. Paris, Gauthier-Villars, et Genève, Georg et Cie; 1 fasc. in-8°.

Annales des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx; t. XXXII, n° 1, janvier 1906; Paris; 1 fasc. in-8°.

Ligue nationale contre l'alcoolisme : *L'Étoile bleue,* revue mensuelle; 30e année, n° 1, janvier 1906. Paris; 1 fasc. in-4°.

Anregung zum Studium der auf Capillaritäts- und Adsorptionserscheinungen beruhenden Capillaranalyse, von Frederich Goppelsroeder. Basel, 1906; 1 vol. in-8°.

M. E. Pochmann adresse une série d'Opuscules contenant des études sur l'atmosphère.

M. F.-P. Gulliver adresse une série d'Opuscules relatifs à des études géologiques.

Wann und warum sehen wir Farben? Ein Beitrag zur Farbenlehre, von Karl Weidlich. Leipzig, J.-J. Weber, 1904; 1 fasc. in-8°.

Anuario astronomico nacional de Tacubaya para el año de 1906, año XXVI. Mexico; 1 vol. in-12.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indie, zes en twintigste jaargang, 1904. Batavia, 1905; 1 vol. in-4°.

Report of the meteorological Service of Canada, by R.-F. Stupart, Director, Toronto, *for the year ended december* 31, 1903. Ottawa, 1904; 1 vol. in-4°.

Acta et commentationes Imp. Universitatis Jurievensis; 1904, nos 1-6. Juriev, 1904; 6 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 février 1906.

Évolution de la puissance des navires de guerre, par L.-E. Bertin, Membre de l'Institut. (Extr. de la *Revue des Deux Mondes* du 1er décembre 1905 et du 1er janvier 1906.) Paris, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

A la poursuite d'une ombre : L'éclipse totale de Soleil du 30 *août* 1905, compte rendu des observations de la Société astronomique Flammarion de Montpellier, par M. Moye. Montpellier, G. Firmin, Montane et Sicardi; 1 fasc. in-8°.

Les tremblements de terre et les systèmes de déformation tétraédrique de l'écorce terrestre, par F. de Montessus de Ballore. (*Annales de Géographie;* XVe année, n° 79, 15 janvier 1906.) 1 fasc. in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; série VI, publié par Camille Jordan, Membre de l'Institut; Tome II, n° 1. Paris, Gauthier-Villars, 1906; 1 fasc. in-4°.

La Géographie, Bulletin de la Société de Géographie, publié tous les mois par le Baron Hulot et M. Charles Rabot; t. XIII, n° 1, année 1906, 15 janvier. Paris, Masson et Cie, 1906; 1 fasc. in-4°.

Le Rapporteur médical, Revue internationale et trimestrielle de Médecine; Rédac- en chef : A.-Georges Migot; 1re année, n° 1, janvier 1906; 1 fasc. in-8°.

Le Mexique, son évolution sociale; tome I, 2e partie. Mexico, J. Ballesca et Cie, 1900; 1 vol. in-f°.

A contribution to the Oceanography of the Pacific, by James-M. Flint. (*Bull. of the U. S. national Museum,* n° 55.) Washington, 1905; 1 fasc. in-8°.

Monograph of the Bombycine Moths of North America including their transformations and origin of the larval markings and armature. Part II. *Family Ceratocampidæ, subfamily Ceratocampinæ,* by ALPHEUS SPRING PACKARD. (*Memoirs of the national Academy of Sciences;* vol. IX.) Washington, 1905; 1 vol. in-4°.

Monograph on the Isopods of North America, by HARRIET RICHARDSON. (*Bull. of the U. S. national Museum,* n° 54.) Washington, 1905; 1 vol. in-8°.

Octacnemus, by WILLIAM-E. RITTER; with three plates. (*Bull. of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard College,* vol. XLVI, n° 13.) Cambridge, Mass., 1906; 1 fasc. in-8°.

On the agglutination of bacteria, by GEORGES DREYER and A.-J. JEX-BLAKE. (*Mém. de l'Acad. des Sciences et des Lettres de Danemark,* 7e série, Section des Sciences, t. I, n° 4. Copenhague, 1905; 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 12 FÉVRIER 1906.

Société d'Histoire naturelle d'Autun; XVIIIe Bulletin. Autun, Dejussieu, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

De l'action des différents rayons du spectre sur les plaques photographiques sensibles. Photographie orthochromatique, par ALBERT NODON. (Extr. des *Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes en* 1905 : *Sciences.*) Paris, Imprimerie nationale, 1905; 1 fasc. in-8°.

Le problème du cavalier des échecs : Étude sur la symétrie latérale des deux chaînes fermées, par A. RILLY. Troyes, chez l'auteur, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société mathématique de France; t. XXXIV, fasc. 1. Paris, 1906; 1 fasc. in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques, journal des candidats aux Écoles spéciales, à la Licence et à l'Agrégation, dirigé par C.-A. LAISANT, C. BOURLET et R. BRICARD; 4e série, tome VI, janvier 1906. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Revue de Mécanique, publiée sous la direction de M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, Membre de l'Institut; t. XVIII, n° 1, 31 janvier 1906. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1906; 1 fasc. in-4°.

Annales de l'Institut Pasteur, par E. DUCLAUX, Membre de l'Institut; t. XX, n° 1, 25 janvier 1906. Paris, Masson et Cie, 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société entomologique de France, paraissant deux fois par mois; année 1906, n° 1. Paris; 1 fasc. in-8°.

Assemblée générale des Actionnaires de la Banque de France, du 25 *janvier* 1906, *sous la présidence de M.* GEORGES PALLAIN, *Gouverneur. Compte rendu au nom du Conseil général de la Banque et Rapport de MM. les Censeurs.* Paris, Imp. Dupont, 1906; 1 fasc. in-4°.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Tome CXX, Séance du 4 mars 1895.)

Note de M. *E.-H. Amagat,* Sur la pression intérieure et le viriel des forces intérieures dans les fluides :

Page 491, ligne 15, *lisez*

$$\frac{d\pi'}{dt} = \frac{1}{v}\frac{d(p_0 v_0)}{dt} - \frac{dp}{dt} = \frac{K}{v} - \varphi(v),$$

$$\pi' = \psi(v)T + C \qquad (\text{C étant fonction de } v).$$

(Séance du 29 janvier 1906.)

Note de M. *W. Kilian,* Sur une faune d'Ammonites néocrétacée recueillie par l'expédition antarctique suédoise :

Page 306, ligne 11, *au lieu de* entre les îles, *lisez* dans les îles.

Même page, ligne 20, au lieu de *G. multiplexum* Kossm., lisez *G. Varagurense* Kossm.

Page 308, ligne 20, *au lieu de* la localité de, *lisez* la localité 4 de.

Même page, ligne 22, *au lieu de* Older Seymour Insel, Beds, *lisez* Older Seymour Insel beds.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 FÉVRIER 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 FÉVRIER 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Détermination simultanée de deux points au moyen des constructions graphiques à grande échelle.* Note de M. **Hatt**.

J'ai signalé à diverses reprises l'avantage qui résulte, pour le calcul des positions des points topographiques, de l'emploi auxiliaire de constructions à grande échelle qui, tout en simplifiant notablement les déterminations, permettent de choisir à vue une solution moyenne sans passer par les opérations compliquées de la compensation. Ces méthodes, proposées en 1883 (¹), ont été presque immédiatement adoptées au Service hydrographique où l'usage des coordonnées rectangulaires en rendait l'application plus facile. Rappelons en quelques mots le principe de ces déterminations :

Connaissant avec une certaine approximation, au mètre près par exemple, la position d'un point à déterminer, on calcule aisément les orientations des lignes joignant ce point approché aux points connus d'où il a été relevé ou qui ont été visés à la station faite au point inconnu. Dans le premier cas, à la différence entre le relèvement observé et le relèvement calculé correspond un déplacement déterminé très faible de la droite joignant les deux points, dont une petite portion, dans ce mouvement, reste sensiblement parallèle à elle-même; portant sur un dessin à l'échelle de $\frac{1}{10}$ du terrain le point approché et les diverses droites ainsi déplacées, on obtient

(¹) Voir *Annales hydrographiques*, 1ᵉʳ semestre de 1883.

par leur intersection commune le point inconnu, dont la position par rapport au point approché peut être mesurée avec l'approximation que l'on voudra sur le dessin. Dans le deuxième cas, la différence de deux relèvements calculés donnera l'angle des deux points connus tel qu'il serait mesuré du point approché et la comparaison de cet angle calculé avec l'angle observé permettra encore de tracer sur le dessin à grande échelle une droite, la tangente à l'arc de cercle passant par le point inconnu. Quel que soit donc le genre de mesure, la méthode proposée aboutit au tracé d'une droite dont l'équation serait de la forme

$$a\,dx + b\,dy = d\mathrm{O},$$

l'origine des coordonnées étant un point approché; dx, dy désignant les corrections des coordonnées de ce point et $d\mathrm{O}$ étant la différence entre un angle observé et l'angle calculé avec cette position approchée.

Mais le calcul ainsi conduit ne peut s'appliquer qu'à un point isolé; quand il s'agit de la détermination simultanée de plusieurs points, la méthode d'approximation comporte, en général, l'introduction de six variables qui doivent figurer dans toute équation de condition élémentaire : les deux coordonnées du point de station et celles des deux points visés pour former un angle. Il n'y a pas de représentation géométrique applicable à une variation d'ordre aussi complexe. L'impossibilité subsiste encore si, l'un des points visés devenant fixe, le nombre des inconnues se trouve réduit à quatre; mais, dans ce cas, on peut concevoir une solution indirecte du problème basée sur l'utilisation des lieux géométriques de l'espace à deux dimensions.

Pour en simplifier l'exposition, nous réduirons à deux le nombre des points connus, ce qui, du reste, répond au cas dans lequel la détermination simultanée des deux points inconnus présente l'avantage le plus incontesté par la substitution, à deux triangles isolés, d'un quadrilatère dont les deux sommets se contrôlent mutuellement. Parmi les données indépendantes pouvant servir à la détermination, il n'en est que deux qui comportent l'emploi de quatre variables, ce sont les angles obtenus aux deux points inconnus par les différences de leurs visées réciproques avec celle de l'un des points à calculer. On reconnaît sans peine que les équations de condition à quatre variables résultantes sont, en désignant par dx, dy, dx', dy' les corrections des coordonnées approchées x, y, x', y', de la forme

$$(1)\qquad \begin{cases} a\,dx + b\,dy + m\,dx' + n\,dy' = d\mathrm{O} & (\text{station } xy), \\ m\,dx + n\,dy + a'\,dx' + b'\,dy' = d\mathrm{O}' & (\text{station } x'y'), \end{cases}$$

les coefficients ab, $a'b'$ définissant, dans chaque station, la direction de la tangente à la circonférence passant par les deux points inconnus et l'un des points connus; les coefficients m et n définissant, d'autre part, la direction de la visée réciproque.

Toutes les autres données indépendantes : relèvements depuis les points connus et angles mesurés aux stations entre ces deux points, ne comportent, pour chaque station, que la variation de ses coordonnées; ce sont, en d'autres termes, les éléments des deux triangles isolés. Faisant choix de deux des équations de condition à deux variables, une pour chacun des points à calculer, nous obtiendrons un système de la forme

$$(2) \qquad \begin{cases} p\,dx + q\,dy = dA, \\ p'\,dx' + q'\,dy' = dA'. \end{cases}$$

Traçons sur deux graphiques à l'échelle de $\frac{1}{10}$ du terrain et, pour chaque point, les lieux géométriques représentés par les équations (2). Introduisons, d'autre part, deux angles auxiliaires ω, ω', exprimés en secondes d'arc comme les seconds membres des équations (1), afin de séparer les lieux géométriques groupés dans ces équations.

Écrivons dans ce but

$$\begin{aligned} a\,dx + b\,dy &= \omega, \\ m\,dx' + n\,dy' &= dO - \omega, \\ m\,dx + n\,dy &= dO' - \omega', \\ a'\,dx' + b'\,dy' &= \omega'. \end{aligned}$$

Si nous attribuons à ω et ω' des valeurs déterminées ω_1, ω'_1, nous obtiendrons sur chacun des graphiques deux droites correspondantes. Considérons le graphique xy et, pour abréger, désignons par ω_1, ω'_1 les droites représentées par les équations

$$a\,dx + b\,dy = \omega_1, \qquad m\,dx + n\,dy = dO' - \omega'_1.$$

A toute variation de $1''$ du second membre correspond un déplacement parallèle exprimé linéairement par les valeurs respectives

$$\frac{1}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad \text{et} \quad \frac{1}{\sqrt{m^2 + n^2}}.$$

Que l'on imagine par un point du lieu géométrique de référence des parallèles aux droites ω_1, ω'_1, on obtiendra immédiatement, par des mesures au double-décimètre prises sur le graphique, les distances linéaires de ces

droites et, par suite, les différences angulaires de leurs seconds membres avec ω_1, $dO' - \omega'_1$, c'est-à-dire en dernier ressort les valeurs de ω et ω' auxquelles correspondrait cette convergence des trois lieux géométriques. Traçant deux axes de coordonnées rectangulaires et portant en abscisse et ordonnée les valeurs ω et ω', nous aurons un point défini par ces valeurs. Faisons de même pour un second point du lieu géométrique fixe de référence, il en résultera un deuxième couple de valeurs ω et ω', c'est-à-dire un deuxième point. La droite tracée par ces deux points représentera la relation entre ω et ω' nécessaire pour obtenir sur le graphique xy la convergence des trois lieux géométriques.

Opérons de la même manière sur le graphique $x'y'$ avec les équations

$$a'dx' + b'dy' = \omega', \qquad m\,dx' + n\,dy' = dO - \omega$$

et nous obtiendrons, en fin de compte, une deuxième droite différente de la première et à laquelle correspond une relation entre ω et ω' exprimant les conditions de convergence des trois lieux géométriques sur ce graphique. L'intersection de ces deux droites fournit les valeurs de ω et ω' qui résolvent le problème; la solution sera d'autant meilleure que l'angle des deux droites sera plus rapproché de 90°.

Dans les conditions admises, il peut y avoir pour chacun des points xy, $x'y'$ trois lieux géométriques fixes; ceux du triangle : les deux relèvements obtenus aux extrémités de la base et le segment capable au sommet. On peut faire la construction précédemment indiquée en admettant successivement chacun des lieux géométriques comme droites de référence. Les valeurs de ω et ω' ainsi obtenues seront sans doute un peu différentes, mais on peut adopter une valeur moyenne en tenant compte au besoin du poids de chaque solution. Les valeurs de ω et ω' une fois fixées, chacun des points xy, $x'y'$ sera déterminé au moyen de cinq lieux géométriques.

Un cas particulier intéressant est celui dans lequel, les seules données étant les angles mesurés aux points inconnus, il n'y en a pas de surabondantes. La détermination simultanée est obligatoire. Dans ce cas, la droite de référence unique provient de l'angle sous-tendu par les extrémités de la base et la détermination de ω et ω' entraîne celle de la position de la droite d'alignement qui passe par les points de Collins et dont l'équation est $m\,dx + n\,dy = dO' - \omega'$ sur le graphique xy et $m\,dx' + n\,dy' = dO - \omega$ sur le graphique $x'y'$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'ébullition et la distillation du nickel, du fer, du manganèse, du chrome, du molybdène, du tungstène et de l'uranium.* Note de M. **Henri Moissan.**

Nous avons étendu nos recherches sur la distillation des corps simples aux métaux de la famille du fer. Le dispositif des expériences était le même que précédemment (¹) et nous avons opéré toujours dans le même modèle de notre four électrique, pour rendre les expériences aussi comparables que possible.

Nickel. — 150g de métal pur ont été chauffés dans notre four électrique pendant 5 minutes avec un courant de 500 ampères sous 110 volts. La distillation commence après une minute et les vapeurs sortent avec abondance par les ouvertures qui laissent passer les électrodes. Après l'expérience, on recueille sur le tube froid un enduit métallique qui a moulé exactement les stries d'étirage du tube de cuivre. La surface interne de ce dépôt est brillante, tandis que la surface externe est grise. Examiné au microscope le nickel distillé est formé d'un amas de très petits cristaux qui, lorsque la couche atteint une certaine épaisseur, forme des arborescences dont les pointements sont terminés par de fines gouttelettes. Cette structure tient à la rapidité de l'opération qui, en juxtaposant ces petits cristaux, finit par former des groupements dont l'extrémité fond sous le rayonnement intense de l'arc. Lorsque la distillation est rapide, le dépôt métallique est mélangé d'une certaine quantité de chaux. Tout autour du creuset, on rencontre de nombreuses gouttelettes métalliques dont quelques-unes contiennent des géodes tapissées intérieurement de petits cristaux.

La quantité de métal distillé a été de 56g en tenant compte du poids de carbone fixé par le nickel. Dans une autre expérience, 200g de métal ont été chauffés avec le même courant pendant 9 minutes et, dans ce laps de temps, la distillation du métal a été totale.

Fer. — La distillation du fer qui a été réalisée dans un très grand nombre d'expériences présentait une nouvelle difficulté. En effet, aussitôt que le fer carburé, chauffé dans un creuset de charbon, est amené à l'état liquide, il dissout une grande quantité de gaz ainsi que l'ont établi un grand nombre d'expérimentateurs. Un peu avant son point d'ébullition ces gaz, en se

(¹) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 853 et 977.

dégageant tumultueusement, fournissent une effervescence très vive qui projette le métal sous forme de nombreuses gouttelettes.

On peut se rendre compte de ce phénomène en plaçant dans une nacelle, au milieu d'un tube de charbon traversant le four électrique, un lingot de fer d'une cinquantaine de grammes. On chauffe ensuite, avec un arc électrique, le dessous du tube, avec un courant de 500 ampères sous 110 volts pendant quelques minutes. On voit le métal fondre rapidement; la fonte mouille la nacelle de charbon et forme un bain liquide à surface parfaitement horizontale. Mais après quelques instants, sa température continuant à s'élever, quelques bulles de gaz viennent crever à sa surface, puis une projection abondante de gouttelettes se produit et, enfin, vers la troisième minute, le liquide restant se maintient en ébullition tranquille. Nous avons repris cette expérience en opérant avec 150^g de fer pur, placé dans notre creuset et, en multipliant les expériences, nous avons cherché, en chauffant avec un courant de 500 ampères sous 110 volts, quelle quantité de métal était projetée au moment de ce dégagement brusque de gaz.

Les culots métalliques, pesés après le départ des gaz, nous ont donné les chiffres suivants :

1.	2.	3.	4.	5.
107^g	100^g	109^g	105^g	99^g

En moyenne, nous pouvons donc admettre que le culot restant après ce rapide dégagement de gaz, produit dans des circonstances identiques, pèse environ 104^g.

Si, maintenant, nous prenons 150^g de fer et que nous distillions, pendant cinq minutes, avec un courant de même intensité que précédemment, le culot restant ne pèse plus que 90^g. Ce qui nous donne un minimum de métal distillé d'environ 14^g. Nous aurons l'occasion du reste de revenir sur ce sujet dans de prochaines recherches à propos de la solubilité du carbone dans le fer.

Lorsque l'on veut distiller du fer on peut aussi diminuer cette effervescence en portant lentement la fonte de son point de fusion à son point d'ébullition.

Après cette distillation, on recueille sur le tube froid un feutrage de petits cristaux brillants, d'un gris clair, qui ne tardent pas à s'agglomérer si la chauffe se prolonge. Le métal distillé se moule sur le tube et en épouse complètement la forme. On rencontre parfois au milieu du produit distillé des faisceaux de lamelles accolées, comme soudées par la base et présen-

tant l'aspect de fuseaux. Nous y avons rencontré aussi des impressions carrées et un octaèdre qui paraissait formé de cristaux empilés, mais le plus souvent ces formes sont très vagues, car la condensation de la vapeur est beaucoup trop rapide pour permettre une cristallisation régulière. De plus, aussitôt que l'expérience est un peu longue, la chaux distille en même temps que le fer se condense sur le tube, puis fond sous l'action de la chaleur rayonnante et agit sur le métal. Enfin, lorsque le calcaire qui forme le four contient des sulfates, le métal distillé renferme une petite quantité de sulfure de fer.

Dans d'autres expériences, nous avons chauffé 825^g de fonte pendant 10 minutes avec un courant de 1000 ampères sous 55 volts; il avait distillé 150^g de métal. De même 800^g de métal ont été chauffés pendant 20 minutes avec un courant de 1000 ampères sous 110 volts; dans ces conditions, nous avons distillé 400^g de fer.

Manganèse. — Jordan (¹) a démontré depuis longtemps que le manganèse était volatil à la température des hauts fourneaux et nous avons fait voir, à propos de la préparation du carbure de manganèse, que ce métal pouvait être distillé avec une grande facilité au four électrique (²).

150^g de fonte de manganèse à 2 pour 100 de carbone, préparés au préalable au four électrique, sont chauffés pendant 5 minutes avec courant de 500 ampères sous 110 volts. Après l'expérience et d'après le poids du culot restant et sa teneur en carbone, il a distillé 80^g de manganèse. Le métal qui reste dans le creuset présente une surface onctueuse recouverte de graphite et sur laquelle se rencontrent de grosses gouttes de fonte de manganèse à cassure cristalline et d'apparence métallique. Sur le tube froid, on recueille un dépôt métallique formé d'un amas de petits cristaux à facettes brillantes et de petites masses cristallines rayonnées. Autour du creuset, la chaux fondue a fourni, au contact du métal, des réactions secondaires avec formation de protoxyde de manganèse comme nous l'avons démontré antérieurement.

Lorsque l'on emploie du manganèse préparé par le procédé de Goldschmidt, complètement exempt de carbone, mais renfermant de 4 à 5 pour 100 de silicium, la fusion et l'ébullition se produisent à des températures plus basses. Ces fontes silicées présentent comme la fonte carburée de fer une ébullition tumultueuse.

(¹) JORDAN, *Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 752.
(²) H. MOISSAN, *Le four électrique*, p. 327.

Chrome. — 150^g de chrome ont été chauffés 5 minutes avec un courant de 500 ampères sous 110 volts. Le tube froid était recouvert en partie d'une couche verte formée par un mélange de chaux, d'oxyde double de calcium et de chrome et de métal en petits cristaux. Certaines parties, après traitement à l'acide acétique étendu, nous ont présenté de très petits cristaux d'apparence cubique. Mais, aussitôt que la croûte est un peu épaisse, la chaux distillée est fondue et réduite par le métal. La fonte, qui reste dans le creuset, est formée de carbure de chrome à cassure cristalline. 33^g de chrome ont été distillés dans cette expérience.

Molybdène. — La distillation du molybdène est plus difficile à obtenir que celle des métaux précédents. En chauffant 150^g de molybdène métallique dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire avec un courant de 500 ampères sous 110 volts, le métal n'était même pas fondu.

L'expérience a été répétée avec le même poids de métal en employant un courant de 700 ampères sous 110 volts pendant 5 minutes. Après refroidissement, on a reconnu que le métal avait bien fondu, mais qu'il pesait le même poids que précédemment. Sur le tube froid, nous n'avons recueilli qu'une couche de chaux distillée.

L'expérience a été reprise avec 150^g de fragments de molybdène que l'on a chauffés pendant 20 minutes avec un courant de 700 ampères sous 110 volts.

Dans cette expérience, il a distillé 56^g de molybdène.

La fonte qui restait dans le creuset, après l'expérience, était formée de carbure de molybdène à cassure brillante et cristalline. Pour examiner le résidu qui se trouve sur le tube froid, on l'a traité par l'acide acétique dilué pour le débarrasser de l'excès de chaux qui a distillé en même temps que le métal. Dans le résidu, on a rencontré quelques rares cristaux, dont quelques-uns présentaient l'apparence d'octaèdres et de cubes et quelques fragments métalliques hérissés de très petits cristaux. Autour du creuset, on rencontrait des aiguilles de carbure de molybdène et sur les électrodes quelques gouttes métalliques qui, pendant le refroidissement, s'étaient recouvertes d'un feutrage de cristaux d'acide molybdique.

Le molybdène fondu paraît dissoudre, comme le fer; une grande quantité de gaz qu'il abandonne au moment de son ébullition.

Tungstène. — Lorsque l'on chauffe 150^g de tungstène pendant 5 minutes avec un courant de 500 ampères sous 110 volts, ce métal, de même que le molybdène, n'est pas amené à l'état liquide.

Nous avons chauffé 150^g de tungstène pendant 20 minutes avec un cou-

rant de 800 ampères sous 110 volts. A cette température élevée, le métal est bien entré en ébullition, mais nous n'en avons distillé que 25^g.

Le point d'ébullition du tungstène est le plus élevé de tous les métaux de la famille du fer et de tous ceux que nous avons étudiés jusqu'ici.

Le culot métallique restant après l'expérience était formé de carbure de tungstène. Le tube froid était recouvert d'un enduit blanc qui, traité par l'acide acétique étendu, nous a fourni de petits fragments métalliques brillants dont certains présentent des angles droits et des faces cristallines très nettes. D'autres globules, recueillis dans la chaux fondue, nous ont présenté des géodes remplies de petits cristaux qui, au microscope, paraissent cubiques.

Uranium. — 150^g de ce métal, chauffés dans un creuset de charbon avec un courant de 500^{amp} sous 110^{volts}, pendant 5 minutes ont été amenés à l'état de fusion sans perdre de poids. On a répété la même expérience en chauffant pendant 5 minutes avec un courant de 700^{amp} sous 110^{volts}. Dans ces nouvelles conditions, l'uranium a d'abord fondu puis est entré en ébullition et il en a distillé 15^g. La fonte restant dans le creuset présentait tous les caractères du carbure d'uranium. Sur le tube froid, nous avons obtenu un feutrage de petits cristaux formant une mince lame métallique qui recouvre le tube de cuivre et en a pris la forme.

Dans une autre expérience on a chauffé 200^g de métal pendant 9 minutes avec un courant de 900^{amp} sous 110^{volts}. Après 4 minutes, on a vu d'abondantes vapeurs se dégager aux électrodes et brûler au contact de l'air, en fournissant des gerbes d'étincelles.

On a constaté, après le refroidissement, que le creuset était vide et que tout le métal avait distillé.

Conclusions. — Les métaux de la famille du fer ont donc des points d'ébullition très différents. Le manganèse est le plus volatil de tous et sa distillation se fait avec facilité avant celle de la chaux. Après lui vient le nickel dont l'ébullition paraît assez tranquille; puis le chrome qui distille avec régularité sous l'action d'un courant de 500 ampères sous 110 volts. L'ébullition du fer est plus difficile à obtenir et elle est précédée d'un dégagement tumultueux des gaz que ce métal dissout avec tant de facilité. Cependant, en employant des courants plus intenses et après que cette première effervescence est calmée, l'ébullition du fer se produit avec régularité. En 20 minutes avec un courant de 1000 ampères sous 110 volts nous avons distillé 400^g de fer.

L'uranium a un point d'ébullition plus élevé que celui du fer; la distillation ne se produit qu'avec des courants de 700 ampères sous 110 volts, après 5 minutes de chauffe. Au contraire, le molybdène et le tungstène sont beaucoup plus difficiles à porter à l'ébullition et nous n'avons pu arriver à une ébullition régulière de ce dernier métal qu'avec un courant de 700 ampères sous 110 volts dans une expérience d'une durée de 20 minutes.

La poussière cristalline obtenue dans toutes ces expériences, par condensation de la vapeur métallique, possède les mêmes propriétés chimiques que le métal réduit en poudre fine.

Nos principales expériences sont résumées dans le Tableau suivant qui montre bien la différence des points d'ébullition des métaux de la famille du fer.

	Poids.	Temps (minutes).	Ampères.	Volts.	Métal distillé.
Nickel	150 g	5	500	110	56 g
	200	9	500	110	200
Fer........	150	5	500	110	14
	825	10	1000	55	150
	800	20	1000	110	400
Manganèse..	150	3	500	110	38
	150	5	500	110	80
Chrome	150	5	500	110	38
Molybdène..	150	10	700	110	0
	150	20	700	110	56
Tungstène...	150	20	800	110	25
Uranium ...	150	5	500	110	0
	150	5	700	110	15
	200	9	900	110	200

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Rôle de la matière organique dans la nitrification.* Note de MM. **A. Müntz** et **E. Lainé**.

Jusque dans ces dernières années on avait admis que la matière organique est indispensable à la nitrification. De fait, dans la nature, celle-ci s'opère toujours en présence de l'humus provenant de la décomposition des résidus de la vie animale et végétale. Aussi, dans les anciennes nitrières, incorporait-on de grandes quantités de ces matériaux.

Plus récemment, M. Winogradsky [1] a montré que les organismes nitrificateurs peuvent se développer et transformer l'ammoniaque en nitrates en l'absence des matières organiques. MM. Winogradsky et Omeliansky [2] ont même conclu de leurs observations que des substances carbonées, introduites dans des milieux nitrifiants qui n'en renferment pas, entravent la marche du phénomène.

De ces constatations est née l'opinion générale que leur présence est plus nuisible qu'utile.

Poursuivant le cours de nos recherches sur la production intensive des nitrates, nous avons dû nous préoccuper du rôle des substances carbonées, en particulier de l'humus, qui existe normalement dans les sols en quantités très variables.

Les anciennes observations de Boussingault [3] et d'autres savants et celles que nous avons faites nous-mêmes sur des terres humifères nous ont fait penser que, sous la forme que revêt la matière organique dans les milieux naturels, à un état de décomposition assez avancé, résidu pour ainsi dire d'actions microbiennes qui en ont enlevé ou modifié les parties primitivement les plus altérables, elle n'entrave pas la formation des nitrates.

Continuant à nous placer dans les conditions naturelles de la coexistence des organismes divers qui peuplent le sol, nous avons cherché à définir l'influence de la matière humique sur le processus de la nitrification.

I. Nous avons retiré d'une terre de jardin l'acide humique et préparé une solution d'humate d'ammoniaque neutre; d'autre part, nous avons fait une solution de sulfate d'ammoniaque d'égale richesse en alcali volatil, soit 0^{g},268 d'azote ammoniacal par litre. Ces deux solutions renfermant l'ammoniaque, l'une en combinaison humique, l'autre en combinaison minérale, ont été ensemencées d'une manière identique et placées dans des fioles à fond plat. Au bout de 53 jours, on a trouvé :

	Azote nitrifié par litre.
Dans la solution d'humate	$\overset{g}{0,236}$
» de sulfate	0,206

Il restait à ce moment encore des quantités notables de matière humique reconnaissable à sa coloration brune.

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. IV, 1890.
(2) *Archives des Sciences biologiques de Saint-Pétersbourg*, t. VII, 1899.
(3) Boussingault, *Agronomie*, t. II et IV.

II. Des solutions identiques aux précédentes ont été déversées régulièrement sur deux champs oxydants d'escarbilles. On a observé dans les liquides écoulés, par litre :

		Humate.	Sulfate.
23 mars, après 2 jours	Azote nitreux par litre	quantité sensible	absence
27 mars	Azote nitreux...	quantités notables	quantités plus faibles
	» nitrique.......	traces	faibles traces
1er avril	Azote nitreux........	0g,0826	0g,0372
	» nitrique.......	traces	faibles traces
25 mai	Azote nitreux........	0	0
	» nitrique.......	0,334	0,282

Dans ces deux expériences, la matière humique n'a pas entravé la nitrification.

III. Nous avons opéré sur des terres de natures diverses, bien vivantes et à l'état d'humidité le plus favorable, suffisamment calcaires, se différenciant surtout par leur teneur en humus; ces terres ayant été additionnées de 1 pour 1000 de sulfate d'ammoniaque, nous avons obtenu les résultats suivants :

	I.	II.	III.	IV.	V.
Nature de la terre..........	Terre de jardin.	Terreau consommé.	Terre silico-calcaire.	Terre argileuse.	Terre argilo-calcaire.
Carbone humique pour 100......	3,8	17,6	1,5	1,0	1,5
Azote nitrifié par kilogramme de terre en 2 jours (1)...........	0g,036	0g,117	0g,000	0g,009	0g,005
Azote nitrifié par kilogramme de terre en 7 jours..............	0g,090	0g,209	0g,037	0g,040	0g,020

Dans une autre série, avec 2g de sulfate d'ammoniaque par kilogramme, les mêmes terres ont donné :

Azote nitrifié par kilogramme de terre en 7 jours..............	0g,282	0g,411	0g,007	0g,064	0g,064

Nous voyons donc la nitrification se produire avec une intensité d'autant plus grande que la matière noire du sol est plus abondante. De ce fait, qui nous a paru général, il résulte que l'abondance de l'humus n'est pas nuisible à la marche de la nitrification, elle paraît plutôt utile.

Mais cette abondance est-elle indispensable pour une nitrification active? Les résultats précédents pourraient le faire penser : il n'en est cependant rien.

Dans les terres précédemment décrites, nous avons développé une nitri-

(1) Dans ces essais l'azote engagé en combinaison organique n'est pas intervenu.

fication continue par des additions de sulfate d'ammoniaque, remplaçant à mesure celui qui était nitrifié, de façon à maintenir une quantité constante de 0g,200 d'azote ammoniacal par kilogramme de terre. Nous n'avons considéré ces nitrières que lorsque la nitrification y eut acquis un régime normal.

	I. Terre de jardin.	II. Terreau consommé.	III. Terre silico-calcaire.	IV. Terre argileuse.	V. Terre argilo-calcaire.
Azote nitrifié par kilogramme en 32 jours...............	0g,743	1g,346	0g,653	0g,906	0g,871

Nous voyons donc des terres très pauvres en humus produire des nitrates avec une activité qui ne diffère pas beaucoup de celle des terres plus riches et qui la dépasse quelquefois. Si le terreau reste en tête, nous voyons les terres IV et V, pauvres en humus, dépasser sensiblement la terre de jardin qui en renferme 3 et 4 fois plus.

S'il y a une différence, c'est surtout pendant la période initiale de l'alimentation en matière nitrifiable; plus tard, cette différence s'atténue. Le rôle de la matière organique nous apparaît donc surtout comme un rôle de début, que nous devons chercher à expliquer.

L'intensité nitrifiante qu'acquièrent à la longue des terres pauvres en humus montre déjà que la matière organique n'aide pas à l'oxydation de l'ammoniaque par l'effet d'un entraînement dû à sa propre combustion. Intervient-elle par son aptitude à emmagasiner l'eau et par sa propriété absorbante vis-à-vis de l'ammoniaque, dont elle diminue la causticité? Des recherches poursuivies dans ce sens, et dont nous rendrons compte plus tard, nous montrent que ce n'est pas dans cette voie qu'il faut chercher la cause de la supériorité des terres humifères pendant la période initiale. L'abondance des organismes nitrificateurs préexistants semblerait plutôt expliquer ces faits et nous avons cherché à l'apprécier.

En introduisant dans 100cm³ de solution nitrifiable 1g des diverses terres précédemment employées, et dont nous connaissions l'aptitude à la nitrification et la richesse humique, nous avons obtenu les résultats suivants :

	I. Terre de jardin.	II. Terreau.	III. Terre silico-calcaire.	IV. Terre argileuse.	V. Terre argilo-calcaire.
Azote nitrique formé en 10 jours.......	4mg,2	5mg,9	0mg,5	0mg,4	0mg,5

La terre ne jouant ici qu'un rôle d'ensemencement, les quantités de

nitrates formées en un court temps sont fonction du nombre primitif d'organismes introduits. En admettant cette manière de voir, les terres les plus riches en humus sont plus abondamment pourvues d'organismes nitrifiants vivaces que celles qui sont pauvres.

Une autre expérience vient à l'appui de cette interprétation. Du terreau II riche en humus et de la terre V très pauvre ont été stérilisés à 105°. Après addition de 2g de sulfate d'ammoniaque par kilogramme, ces terres ont été ensemencées chacune avec 1 pour 100 de leur poids des deux mêmes terres vivantes. Ces ensemencements croisés ont donné, au bout de 21 jours, les résultats suivants :

	Terreau humique stérilisé ensemencé		Terre V stérilisée ensemencée	
	avec terreau vivant.	avec terre V vivante.	avec terreau vivant.	avec terre V vivante.
Azote nitrique formé....	0g,225	0g,021	0g,061	0g,001

En examinant les deux terreaux, où la matière organique était également abondante, nous voyons que ce n'est pas celle-ci qui a la grande part dans l'activité de la nitrification, mais bien la terre d'ensemencement, c'est-à-dire l'apport des organismes. Dans la terre V, c'est encore l'apport de la semence qui joue le rôle prépondérant. Cependant, en comparant entre eux le terreau et la terre V, nous voyons que celle qui est le plus riche en humus s'est prêtée, toutes choses égales d'ailleurs, à une nitrification plus rapide.

Comme conclusion de ces observations, nous admettrons :

1° Que, sous la forme d'humus, la matière organique, quelle que soit son abondance, n'entrave pas la nitrification; elle lui est plutôt favorable;

2° Que cette abondance n'est cependant pas une condition indispensable, puisque des terres pauvres peuvent être graduellement amenées à une nitrification intensive;

3° Que la matière humique paraît agir favorablement sur la multiplication des organismes et que, d'une manière générale, une terre est d'autant plus chargée d'organismes actifs et plus apte à entrer en nitrification rapide qu'elle contient plus d'humus.

Dans l'établissement des nitrières intensives, il ne faut donc pas craindre d'employer des matériaux riches en humus, qui apportent une semence vivace et abondante et qui constituent un support favorable. L'idée d'une action déprimante des matières organiques sur la marche de la nitrification

doit donc être abandonnée lorsqu'on est placé, comme dans les conditions naturelles, en présence de l'humus et des ferments multiples des milieux terreux.

MÉTROPHOTOGRAPHIE. — *Sur le relevé des monuments d'architecture d'après leurs photographies, pratiqué surtout en Allemagne.* Note de M. **Laussedat**.

En exposant, en 1839, la découverte de Daguerre à l'Académie, puis à la Chambre des députés, Arago faisait déjà pressentir les grands services que cette invention rendrait un jour aux sciences et aux arts.

Il précisait ainsi cette suggestion dans sa *Notice sur le Daguerréotype :*

« A l'inspection des premiers tableaux que M. Daguerre a fait voir au public, chacun a songé au parti qu'on aurait tiré, pendant l'expédition d'Égypte, d'un moyen de reproduction si exact et si prompt. . . . .

» Les images photographiques, étant soumises aux règles de la Géométrie, permettront, à l'aide d'un petit nombre de données, de remonter aux dimensions exactes des parties les plus élevées, les plus inaccessibles des édifices. »

Un peu plus loin, il ajoutait :

« Nous pourrions parler de quelques idées que l'on a eues sur les moyens d'investigation que le topographe pourra emprunter à la Photographie. »

Je ne crois pas nécessaire de rappeler les magnifiques et si précieux résultats, au point de vue de la Géographie et de la Géologie, auxquels a conduit ce dernier aperçu dans tous les pays civilisés où l'on a eu le bon esprit de mettre à profit les propriétés des photographies de paysages pour la construction des cartes.

J'en ai entretenu à diverses reprises l'Académie et je me bornerai à lui signaler aujourd'hui ceux qui se rapportent à des relevés de monuments, d'après leurs photographies, *à l'aide d'un petit nombre de données*.

La solution du problème inverse de la perspective, à laquelle faisait ainsi allusion Arago, est aussi ancienne que la science de la perspective elle-même et les membres de l'Institut d'Égypte l'avaient souvent appliquée sur les vues des monuments des Pharaons qu'ils dessinaient *à la chambre obscure*.

Nos excellents architectes sortis de l'École des Beaux-Arts, où ils ont étudié la perspective, ont toujours suivi cette tradition et, après avoir rem-

placé l'encombrante chambre obscure par la chambre claire si portative et plus précise, depuis assez longtemps déjà ils ont recours à la Photographie dont les images sont bien plus achevées et désormais irréprochables comme exactitude.

Soit d'une façon, soit de l'autre, c'est-à-dire, dans bien des cas encore, en recourant aux longues et pénibles mesures directes, les Commissions françaises des monuments historiques ou diocésains ont fait et fait faire les relevés de la plupart de ces monuments dont les plans, coupes et élévations sont déposés dans les archives de nos Ministères, à côté des vues qui ont servi à les construire. Plusieurs publications ont même été faites d'un grand nombre de ces documents dont les dessins sont incomparables au point de vue artistique. Mais il y a encore, et il y aura pendant bien des années, des travaux semblables à exécuter soit en France, soit dans les pays célèbres aux temps passés et il est bon de savoir que les vues photographiques peuvent rendre plus de services que ceux qu'on leur a demandés jusqu'à présent chez nous, à bien peu d'exceptions près (¹).

Il m'a donc semblé à propos de rappeler quelques-unes des propriétés des photographies de monuments, en montrant en même temps le parti avantageux qu'en tirent nos voisins.

En général, avant de procéder à la restitution des dimensions réelles des objets représentés en perspective sur *un tableau plan vertical,* il convient de reconnaître ou de retrouver sur ce tableau *la ligne d'horizon, le point de fuite principal,* puis *la distance du point de vue au tableau.* Or, avec un appareil photographique de précision, c'est-à-dire muni d'un cercle azimutal, d'un niveau à bulle d'air et de vis de calage, ces éléments sont faciles à déterminer et peuvent même se tracer automatiquement sur les images. Si l'on ajoute à cela que, dans presque tous nos monuments, les lignes verticales et les lignes horizontales parallèles apparentes sont nombreuses, on peut prévoir que, dans la plupart des cas, la construction des points de repère nécessaires aux restitutions s'effectuera avec autant de facilité que d'exactitude.

Je mets sous les yeux de l'Académie un exemple de ce genre d'opérations effectué, dès 1850, sur une vue de la caserne et du temple de Panthémont dessinée à la chambre claire. J'en ai donné un autre beaucoup plus détaillé sur une vue photographiée de l'église Santa-Maria delle Grazzie, de Milan, prise dans le commerce et sur laquelle je n'avais aucun renseignement.

(¹) Ce serait ici le cas de citer certaines restitutions de monuments de l'Inde faites, par le savant voyageur Dʳ Gustave Le Bon, d'après leurs photographies, par une méthode stadiométrique très ingénieusement adaptée au but qu'il s'était proposé.

J'ai cependant pu y retrouver les *éléments de la perspective* mentionnés ci-dessus, d'après les points de fuite des assises de deux façades à angle droit et effectuer la restitution du plan de l'église, à l'extérieur et de ces deux façades (¹).

Je cite cette dernière expérience parce que nous possédons en France des milliers d'excellentes photographies de nos monuments historiques d'après lesquelles on pourrait, au besoin, faire des restitutions analogues. Toutefois, dans la généralité des cas, les restitutions resteraient incomplètes, faute d'un nombre suffisant de vues de chaque monument prises avec les précautions nécessaires.

Après la détermination de la distance focale qui est celle du point de vue au tableau, ces précautions consistent à choisir méthodiquement les points de vue, de façon à ne négliger aucun des détails de la construction et de l'ornementation, puis à relier entre elles les projections horizontales de ces points de vue soit par *rayonnement*, soit par *cheminement*.

Ce sont ces précautions que prennent régulièrement les opérateurs de l'Institut des Archives des monuments (Das Denkmäler Archiv), créé à Berlin en 1875 par le Ministre des Cultes, Dr von Gossler, à l'instigation du savant architecte Dr Meydenbauer qui en est le directeur.

J'ai fait exposer quelques spécimens des photographies de la cathédrale de Bamberg que M. le Dr Meydenbauer a eu l'obligeance de m'adresser en même temps que les plans, coupes et élévations de ce beau monument, restitués d'après 59 vues du format $40^{cm} \times 40^{cm}$ d'une distance focale de $0^{m},25$, prises à l'extérieur, 77 vues prises à l'intérieur, quelques-unes avec l'axe optique dirigé verticalement, pour relever les voûtes ou les plafonds, et 29 vues de détails du format $30^{cm} \times 30^{cm}$; ce qui fait un total de 169 vues pour le même monument. Ce nombre, un peu effrayant tout d'abord, a été rarement dépassé par les opérateurs allemands (seule, la cathédrale de Strasbourg a exigé 213 vues) et, en général, il est beaucoup moins considérable.

Je me bornerai, pour compléter ces renseignements sommaires, à ajouter qu'avec un personnel restreint et un budget assez modeste, l'Institut des Archives des monuments a déjà relevé, de 1885 à 1905, 835 monuments.

(¹) *Voir* cette restitution dans la *galerie des arts graphiques*, au *Conservatoire des Arts et Métiers*, ou sa réduction dans mes *Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques*, t. II, Ire Partie. Gauthier-Villars, Paris, 1901.

dans 185 localités différentes, en Allemagne, dans les pays annexés et jusqu'à l'étranger (Athènes, Baalbeck, Constantinople, Damas, Jéricho).

A ce dernier propos, j'ai la satisfaction d'ajouter qu'un de nos jeunes compatriotes, M. Le Tourneau, architecte diplômé du gouvernement, a, sur mes indications, employé depuis quelques années la méthode complète, au cours de missions qui lui ont été confiées, en Thessalie où il a relevé notamment une ancienne église de style byzantin dont la restitution a été très remarquée au Salon de 1904 et, plus récemment, à Salonique, en Albanie, en Macédoine et en Epire, d'où il a rapporté en tout 177 vues du format 13×18 pour 19 monuments dont les principaux ont exigé 48, 24, 17, 11 et 9 vues et les autres de 4 à 7 seulement. M. Le Tourneau est en train d'opérer, sur des épreuves convenablement agrandies, ses restitutions dont plusieurs doivent figurer au Salon de 1906.

Addendum. — Des agrandissements sont aussi pratiqués en Allemagne, dans un autre but. Ceux des vues de l'une des portes et de l'intérieur de la nef de la cathédrale de Bamberg, de $1^m,20$ de hauteur sur $0^m,90$ de largeur, qui sont exposés sont destinés à servir de décorations murales dans les écoles. Il en a été exécuté de $1^m,80$ sur $1^m,50$ et il est aisé de se rendre compte de l'influence que peut avoir la contemplation fréquente de ces admirables modèles d'architecture sur le goût des étudiants.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses d'alcools tertiaires issus du paraméthylcyclohexane.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe.**

La méthylcyclohexanone-1.4, qui peut être facilement préparée à partir du paracrésol (¹), réagit énergiquement sur les chlorures, bromures ou iodures organomagnésiens, tels que RMgBr, et l'action de l'eau sur la masse cristalline obtenue fournit les alcools tertiaires de formule générale

$$CH^3 - CH\begin{matrix} \diagup CH^2 - CH^2 \diagdown \\ \diagdown CH^2 - CH^2 \diagup \end{matrix}COH - R.$$

1. Nous avons déjà, il y a quelques mois (²), indiqué que l'iodure de méthyle conduit de la sorte au *diméthyl-1.4-cyclohexanol-4*. Il se présente en aiguilles allongées d'odeur pénétrante qui fondent à 50° et bouillent à 170° (corr.). Traité par l'isocyanate de phényle, il fournit un phényluréthane en belles aiguilles d'aspect clinorhombique qui fondent à 103°.

(¹) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 356.

(²) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 21.

Chauffé avec du chlorure de zinc anhydre, il donne un *diméthyl-1.4-cyclohexène-4*, liquide mobile à odeur de cyclohexène, qui bout à 125° (corr.). $d_4^0 = 0,8207$; $d_4^{14} = 0,8111$. Son indice de réfraction pour la raie D du sodium est à 14° : $n_D = 1,451$. On en déduit pour son pouvoir réfringent moléculaire (Lorenz) : $P_D = 36,5$. La valeur calculée est 36,4.

2. En partant de l'iodure d'éthyle, on arrive avec un bon rendement au *méthyl-1-éthyl-4-cyclohexanol-4*, liquide d'odeur agréable qui bout à 89° sous 20^mm^. $d_4^0 = 0,9225$; $d_4^{16} = 0,9130$. A 16°, on a $n_D = 1,460$. $P_D = 42,6$ (calculé, 42,9). Son éther acétique, obtenu facilement par action de l'anhydride acétique, est un liquide d'odeur de fruits, bouillant à 197°.

Son phénpaluréthane se présente en longues et belles aiguilles brillantes qui fondent à 123°.

Cet alcool, déshydraté par le chlorure de zinc sec, fournit un carbure éthylénique bouillant à 149° (corr.). $d_4^0 = 0,8278$; $d_4^{16} = 0,8169$. A 16°, $n_D = 1,453$. $P_D = 41,0$ (calculé, 41,0). Ce dernier hydrocarbure, soumis à l'hydrogénation directe vers 180°, sur le nickel réduit, se change en *méthyléthylcyclohexane-1.4*, liquide incolore d'odeur agréable, qui bout à 147° (corr.). $d_4^{15} = 0,7884$. A 15°, $n_D = 1,435$. Pouvoir réfringent $P_D = 41,7$ (calculé, 41,4). Nous avons vérifié que ce carbure est identique avec celui que l'un de nous avait obtenu, avec M. Senderens, comme produit secondaire dans l'hydrogénation directe du paracymène (le point d'ébullition indiqué 150° était un peu trop élevé) (1).

3. La paraméthylcyclohexanone agit vivement sur l'iodure de propylmagnésium; mais, à cause de la réaction secondaire que nous avons signalée il y a quelque temps (2), il se dégage du propylène et l'on obtient, à côté de beaucoup de paraméthylcyclohexanol, un rendement médiocre en *méthyl-1-propyl-4-cyclohexanol-4*, liquide incolore d'odeur camphrée qui bout à 97° sous 20^mm^. Le chlorure de zinc en dégage un carbure éthylénique $C^{10}H^{18}$, bouillant à 168°-170° (corr.). $d_4^0 = 0,8387$, $d_4^{16} = 0,8270$. A 16°, $n_D = 1,455$, $P_D = 45,3$ (calculé 45,6).

4. Les mêmes perturbations se produisent avec l'iodure d'isopropylmagnésium. On n'arrive qu'à une faible proportion de *méthyl-1-isopropyl-4-cyclohexanol-4*, bouillant à 94° sous 20^mm^. Déshydraté par le chlorure de zinc anhydre, il fournit un carbure cycloéthylénique $C^{10}H^{18}$, bouillant à 166°-167°, qui paraît identique au *menthène*.

(1) Paul Sabatier et Senderens, *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 1254.
(2) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 298.

5. La réaction énergique de la paraméthylcyclohexanone sur le bromure d'isobutylmagnésium donne presque exclusivement l'action secondaire rappelée plus haut : il y a départ de butylène, régénération de méthylcyclohexanone, et l'on n'obtient que des traces de l'alcool cherché.

6. Les résultats sont bien meilleurs avec le bromure d'isoamyle, qui conduit au *méthyl-1-isoamyl-4-cyclohexanol-4*, liquide incolore d'odeur agréable, qui bout à 125° sous 6mm. $d_4^0 = 0,9043$; $d_4^{16} = 0,8937$. A 16° on a $n_D = 1,4615$. $P_D = 56,5$ (calculé 56,7). Il se déshydrate très facilement par le chlorure de zinc, en un carbure $C^{12}H^{22}$, liquide d'odeur peu agréable, qui bout à 210° (corr.). $d_4^0 = 0,8333$; $d_4^{16} = 0,8213$. A 16°, $n_D = 1,458$, $P_D = 55,1$ (calculé 54,8).

7. Comme nous l'avons déjà signalé dans notre Note du 31 juillet 1905, la réaction pratiquée avec l'iodure secondaire d'octyle (bouillant à 210°) donne lieu à une séparation importante d'octène (bouillant à 122°); il y a régénération de méthylcyclohexanol et l'on obtient, avec un rendement qui ne dépasse pas 25 pour 100, le *méthyl-1-octyl-4-cyclohexanol-4*. C'est un liquide incolore d'odeur peu agréable qui bout à 150° sous 8mm en se déshydratant un peu. $d_4^0 = 0,8543$.

8. Le bromure de phénylmagnésium réagit sans complications sur la paraméthylcyclohexanone : on arrive ainsi au *méthyl-1-phényl-4-cyclohexanol-4*, qui se présente en prismes brillants inclinés, d'odeur aromatique agréable. Il fond à 64° et bout à 145° sous 6mm en se décomposant légèrement. Son phényluréthane forme de beaux prismes allongés qui fondent à 135°.

Cet alcool traité par le chlorure de zinc fournit le *méthyl-1-phényl-4-cyclohexène-4*, liquide incolore qui bout à 147° sous 23mm. $d_4^0 = 0,9846$; $d_4^{14} = 0,9716$. A 14°, $n_D = 1,555$, $P_D = 56,7$ (calculé 56,2).

9. En faisant agir le chlorure de benzylmagnésium sur la méthylcyclohexanone, nous avons obtenu facilement le *méthyl-1-benzyl-4-cyclohexanol-4*, liquide d'odeur aromatique qui bout, en se décomposant un peu, à 159° sous 6mm. Son phényluréthane est cristallisé en aiguilles brillantes qui fondent à 135°. Le chlorure de zinc en dégage un carbure incomplet $C^{14}H^{18}$, d'odeur agréable, qui bout à 160° sous 30mm. $d_4^0 = 0,9687$; $d_4^{16} = 0,9567$. A 16°, $n_D = 1,542$. $P_D = 61,2$ (calculé 60,7).

On a pu remarquer que les valeurs obtenues dans les divers cas pour les pouvoirs réfringents moléculaires s'écartent peu des valeurs calculées d'après les coefficients de Conrady et de Brühl. C'est une nouvelle vérification de ce fait que le noyau cyclique hexagonal saturé n'apporte aucune perturbation à l'application de la règle.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur les dangers de l'ingestion de bacilles tuberculeux tués par la chaleur chez les animaux tuberculeux et chez les animaux sains.* Note de MM. **A. Calmette** et **M. Breton**.

Dans un précédent Mémoire publié en collaboration avec M. C. Guérin [1], l'un de nous a établi que, chez les chèvres adultes, l'ingestion de bacilles tuberculeux d'origine bovine à petites doses, en deux ou trois repas infectants, produit en quelques semaines la tuberculisation des poumons et laisse le plus souvent les ganglions mésentériques indemnes, tandis que, chez les chevreaux à la mamelle, l'ingestion de lait provenant de mères atteintes de mammite tuberculeuse ou celle de très petites quantités de cultures de bacilles virulents aboutit toujours au développement d'une tuberculose des ganglions mésentériques qui ne s'accompagne que rarement de tuberculisation pulmonaire.

En expérimentant avec des cobayes jeunes et adultes auxquels nous faisons ingérer, en un seul repas seulement, $0^g,01$ ou $0^g,02$ de bacilles d'origine bovine fraîchement desséchés, incorporés avec de la pulpe de pomme de terre ou de carotte, nous avons pu constater que ces animaux se tuberculisaient avec une remarquable constance. Chez les jeunes, âgés de 10 à 15 jours, la mort survient en moyenne 72 jours après l'unique repas infectant : ils présentent des lésions glanglionnaires mésentériques très développées et, dans la plupart des cas, ces lésions s'étendent au système ganglionnaire péri-bronchique, sans que les poumons soient le siège de tubercules visibles.

Chez les cobayes adultes, toujours après un seul repas infectant de $0^g,02$ de bacilles bovins fraîchement desséchés, la mort survient environ en douze semaines (92 jours en moyenne). A l'autopsie on trouve alors toujours des lésions viscérales généralisées, avec des tubercules pulmonaires et des lésions énormes des ganglions péri-bronchiques.

En présence de ces résultats, nous nous sommes proposé d'étudier les effets de l'ingestion répétée de bacilles tuberculeux *stérilisés par la chaleur à* 100° chez les cobayes tuberculisés par un seul repas infectant de $0^g,02$ de bacilles bovins secs ou par l'injection intrapéritonéale de $0^{mg},001$ des mêmes bacilles et chez les cobayes sains.

Nous citons ici, à titre d'exemple, l'une de nos séries d'expériences :

Nous avons fait ingérer à six cobayes adultes, d'un poids variant de 450^g à 500^g, $0^g,02$ de bacilles secs; six autres cobayes de même poids ont reçu dans le péritoine $0^g,001$

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, octobre 1905.

des mêmes bacilles. Quinze jours après, nous leur avons fait ingérer, en six repas séparés les uns des autres par un intervalle de cinq jours, chaque fois 0g,005 de bacilles bovins chauffés à 100° pendant 5 minutes et incorporés à de la pulpe de carottes râpées.

Quatre cobayes témoins ingéraient, en même temps que les précédents, la même dose de bacilles chauffés à 100°.

Tous les cobayes infectés par les voies digestives ont rapidement maigri et sont morts successivement après 37, 41, 43, 45 et 48 jours, soit en moyenne en 41 *jours*, avec des lésions viscérales peu développées.

Leurs reins étaient décolorés et volumineux. Ils présentaient, en outre, de l'hypertrophie des capsules surrénales et du foie, dont les tissus montraient sur les coupes des lésions de dégénérescence granulo-graisseuse.

Les cobayes de la seconde série, infectés à la même date par injection intrapéritonéale, sont tous morts successivement après 28, 31, 32, 33 et 35 jours, soit en moyenne en 31 *jours*, avec les mêmes lésions rénales que les précédents et une tuberculose généralisée à tous les viscères. D'eux d'entre eux avaient les poumons fortement tuberculisés.

Sur les quatre cobayes témoins qui ont ingéré seulement les bacilles stérilisés par le chauffage à 100°, deux sont morts après 37 et 38 jours et les deux autres sont demeurés en bonne santé, après avoir un peu maigri. Ceux qui ont succombé ne présentaient aucune lésion tuberculeuse, mais les reins étaient décolorés, les capsules surrénales et le foie considérablement augmentés de volume.

Ces altérations anatomiques, trouvées avec une remarquable constance chez tous nos animaux, sont identiques à celles que l'on observe chez les cobayes auxquels on fait ingérer de petites doses répétées de *tuberculine*.

Nous sommes donc fondés à conclure :

1° Que chez les cobayes infectés de tuberculose, soit par les voies digestives naturelles, soit par injection intrapéritonéale, l'*ingestion répétée* de petites quantités de bacilles tuberculeux *tués par l'ébullition* hâte considérablement la mort, comme le ferait l'injection répétée de petites doses de tuberculine.

2° Que, chez les cobayes sains, l'ingestion répétée de bacilles tuberculeux tués par l'ébullition n'est pas inoffensive et produit parfois des désordres absolument semblables à ceux que l'on observe lorsqu'on fait ingérer à peu de jours d'intervalle plusieurs petites doses successives de tuberculine à des animaux non tuberculeux.

Des expériences actuellement en cours, faites en collaboration avec M. C. Guérin sur les grands animaux (bovidés et chèvres), nous apprendront bientôt si ces conclusions doivent être étendues à d'autres espèces animales sensibles à l'infection tuberculeuse.

Mais nous croyons devoir, dès maintenant, appeler l'attention des médecins et des hygiénistes sur ce fait que l'ingestion de produits tuberculeux *même stérilisés par la chaleur* peut être très dangereuse pour les sujets déjà infectés de tuberculose et peut ne pas être inoffensive pour les sujets indemnes de cette maladie. On devrait donc proscrire de l'alimentation de l'homme le lait, *même stérilisé*, provenant de vaches tuberculeuses, la stérilisation par la chaleur ne suffisant pas à enlever à ce lait toute nocuité; on devrait surtout éviter d'une manière absolue de nourrir des enfants ou des sujets adultes, *déjà tuberculeux*, avec les laits, *même stérilisés*, provenant de vaches suspectes ou tuberculeuses.

Il est éminemment désirable que la connaissance de ces faits nouveaux décide les pouvoirs publics à édicter des mesures tendant à astreindre les producteurs de lait destiné à la vente à une surveilllance rigoureuse de leurs étables et les obligeant à soumettre périodiquement tous leur animaux à l'épreuve de la tuberculine par les soins des vétérinaires sanitaires.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Jean Reynaud, pour l'année 1906. — MM. Gaudry, Poincaré, Darboux, Lannelongue, Bouquet de la Grye, Berthelot, Chauveau.

Commission chargée de juger le concours du prix du baron de Joëst, pour l'année 1906. — MM. Berthelot, Darboux, Bouquet de la Grye, Maurice Levy, Poincaré, de Lapparent, Perrier.

Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences mathématiques) pour l'année 1909. — MM. Poincaré, Jordan, É. Picard, Appell, Darboux, Painlevé, Humbert.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour une place d'Astronome titulaire vacante à l'Observatoire de Paris.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre de votants étant 57 :

M. Boquet obtient.	55 suffrages
M. Renan »	2 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre de votants étant 51 :

M. Renan obtient	30 suffrages
M. Bourget »	17 »
M. L. Picart »	4 »

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne	M. **Boquet**.
En seconde ligne.	M. **Renan**.

CORRESPONDANCE.

Sir **William Crookes**, élu Correspondant pour la Section de Physique, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le fascicule IV des *Décades zoologiques* (*Oiseaux*), publiées par la Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. (Présenté par M. Yves Delage.)

PHYSIQUE. — *Étude photographique de la durée de la décharge dans un tube de Crookes.* Note de MM. **André Broca** et **Turchini**, présentée par M. H. Becquerel.

L'un de nous ([1]) a étudié, au moyen de mesures électriques, la durée de la décharge dans un tube de Crookes, excité par des bobines d'induction. Pour déduire ce temps des mesures exécutées, il a fallu faire une hypothèse, c'est que le courant est constant pendant tout le temps d'une décharge. Le mieux serait d'employer, pour cette étude, un oscillographe, mais les modèles actuellement usuels ne permettent guère d'étudier des courants si faibles et si courts. Nous avons alors cherché à opérer par photographie de la décharge dans un miroir tournant.

M. Brunhes (*Comptes rendus,* 9 avril 1900) a tenté autrefois cette mesure par l'étude de la luminescence du platinocyanure de baryum, comme il le rappelait dans une Note de lundi dernier. Cette étude ne permet pas de conclusions sûres relativement au temps que dure la décharge, pour de nombreuses raisons. On ne sait pas, en effet, si l'émission même des rayons X ne donne pas lieu à un retard ou si le phénomène de luminescence du platinocyanure ne donne pas quelque chose d'analogue. C'est à des phénomènes de cette nature qu'on peut attribuer, en partie au moins, la différence entre les résultats expérimentaux de M. Brunhes et les nôtres. L'étude de la phosphorescence verte du verre du tube donne lieu certainement à des phénomènes de cette nature; il suffit de regarder cette phosphorescence au miroir tournant pour voir qu'elle dure très longtemps et qu'elle subit des changements de coloration avant de s'éteindre. Nous avons alors photographié une petite étincelle de 5^{mm} à 6^{mm} introduite dans le circuit comprenant le tube et la soupape de Villard, en nous assurant d'abord, par la méthode électrique déjà citée, que cela n'apportait aucun changement notable au fonctionnement. Le miroir tournant est porté par l'axe vertical de l'interrupteur-turbine à mercure que nous avons employé. De la sorte il y avait lieu d'espérer que, la rupture ayant toujours lieu pour une même position du miroir, on pourrait opérer par superposition d'impressions successives. L'observation à l'œil sur une plaque dépolie montre qu'il n'en est rien : il y a dans les ruptures successives des erreurs de temps de

([1]) André Broca, *Comptes rendus,* t. CXLII, p. 371.

l'ordre de grandeur même des phénomènes à étudier. Nous avons alors opéré par poses instantanées, ce qui présentait de grandes difficultés à cause de la faible lumière de l'étincelle.

Le miroir, de $5^{cm} \times 3^{cm}$, en verre, argenté par devant et de 1^{m} de rayon de courbure, tourne à 5 tours par seconde, limite de l'amorçage de l'interrupteur; la photographie se fait dans le plan antiprincipal; de la sorte, sur l'épreuve, un temps de $0^{sec},001$ correspond à 63^{mm} environ. Les plaques employées sont des Lumière Σ, d'une émulsion particulièrement sensible et régulière, que M. Chevrier a bien voulu nous procurer, les plaques Σ du commerce n'ayant pas encore une sensibilité suffisante.

Pour éviter la superposition des images successives, la plaque est portée par un pied à crémaillère, qu'on élève à la main d'une manière continue pendant toute l'expérience. De la sorte, on obtient sur chaque plaque un grand nombre d'impressions, qui permettent de constater la régularité du phénomène. Ces images sont d'ailleurs extrêmement faibles, mais suffisantes cependant pour permettre des mesures convenables.

Nous n'avons eu d'impression qu'en plaçant l'étincelle obliquement, de manière à présenter au miroir, sous le plus grand diamètre apparent possible, soit la gaine cathodique, soit le point lumineux anodique, qui se forment entre deux pointes mousses. Le corps même de l'étincelle n'a jamais donné d'impression visible.

Les résultats ont été les mêmes dans toutes les conditions, en opérant sur un quelconque des pôles, avec des pointes mousses en fer, en aluminium ou en magnésium; il est donc assez probable que les particularités observées correspondent bien à des particularités de la décharge.

Dans ces conditions, tous les clichés montrent un début brusque de la décharge qui reste relativement forte pendant $0^{sec},00025$, puis elle continue beaucoup plus faible, pour se terminer asymptotiquement au bout de $0^{sec},0008$ environ.

Ce temps est notablement plus long que celui qui a été mesuré électriquement ($0^{sec},0005$), mais il est du même ordre de grandeur. La photographie montre bien d'ailleurs la raison de cette divergence; la décharge n'est, en effet, pas uniforme et l'à-coup brusque du commencement doit évidemment raccourcir le temps calculé au moyen de l'intensité efficace avec l'hypothèse de sa constance pendant la pulsation du courant.

Les résultats précédents correspondent au régime de décharge purement cathodique déjà établi au moyen de la méthode électrique. Avec les tubes mous (de moins de 10^{cm} d'étincelle équivalente), on observe la même forme de décharge, mais un allongement proportionnel de tous les temps, comme cela a été indiqué dans la Note déjà citée.

Les particularités de la décharge que nous venons de décrire pourraient être attribuées aux phénomènes d'ionisation de l'étincelle eux-mêmes, dans lesquels il peut y avoir des retards ou des prolongements de durée.

Ce qui nous semble montrer que ces derniers phénomènes jouent un rôle secondaire est l'identité des résultats obtenus dans toutes les conditions. Cependant on peut obtenir, dans certaines circonstances, pour la lumière de l'étincelle, des phénomènes analogues à la phosphorescence. Il suffit pour cela de mettre une bouteille de Leyde en dérivation sur la petite étincelle. Dans ces conditions on a, au début du phénomène, une décharge disruptive extrêmement brillante correspondant aux oscillations propres de la bouteille. Avec la vitesse de rotation employée, il n'y a aucune trace d'étalement de cette décharge. Une impression faible se continue ensuite avec le même aspect que dans le cas précédent, quoique l'intensité soit assez notablement plus forte. La durée du phénomène photographié est environ double de ce qu'elle est dans l'expérience précédente. Des phénomènes analogues se passent peut-être dans ce dernier cas, mais, l'énergie des phénomènes étant beaucoup moindre, les prolongations d'effet sont probablement moindres aussi; en somme, les chiffres obtenus par la méthode photographique sont certainement des limites supérieures des temps de décharge du tube de Crookes, la méthode électrique déjà citée donnant des limites inférieures. Ces deux méthodes sont d'ailleurs sensiblement d'accord et permettent d'affirmer l'existence d'un temps de décharge caractéristique de l'état d'un tube, conformément aux résultats de la méthode électrique déjà citée.

PHYSIQUE. — *Sur un procédé pour la mesure de la quantité totale de rayons X émis dans un temps donné.* Note de M. GAIFFE, présentée par M. d'Arsonval.

On s'est servi jusqu'ici en radiothérapie, pour évaluer approximativement la quantité totale de rayons X ayant frappé un patient dans un temps déterminé, de pastilles de composition variable soumises à l'action des rayons en même temps que le patient et dont la teinte change sous l'effet de ces rayons; d'autre part, ayant dressé des échelles de teintes types dont chaque échelon correspond à un certain nombre d'unités arbitraires de quantité de rayons X dénommées unités H, on comparait la teinte des pastilles avec l'échelle de teintes et l'on en concluait le nombre d'unités reçues.

Ces appareils avaient de nombreux inconvénients :

1° La comparaison des teintes obtenues avec les teintes étalons est très difficile et ne peut être faite à la lumière artificielle.

2° Les produits constituant les pastilles reprennent rapidement leur teinte primitive sous l'action de la lumière du jour, ce qui rend difficile la comparaison avec l'échelle type.

3° Pour examiner les pastilles, il faut les soustraire à l'action des rayons X; pendant le temps de la lecture, l'action des rayons X est suspendue et même il y a rétrogradation causée par la lumière du jour.

Ces méthodes n'étaient donc ni commodes, ni précises.

Parmi les corps employés pour la composition des pastilles, certains, tels que le platinocyanure de baryum, sont fluorescents sous l'action des rayons X et cette fluorescence est détruite ou diminuée par l'action de ces rayons.

Cette propriété peut être utilisée pour établir, en vue de l'évaluation de la quantité totale des rayons X émise dans un temps donné, un procédé de mesure et des appareils qui font l'objet du présent dispositif.

Ce dispositif consiste en principe à interposer entre la source et une pastille de platinocyanure de baryum, ou autre corps fluorescent destructible par l'action des rayons X, une ou plusieurs caches en matière aradiochroïque de transparence inégale aux rayons X. La région de la pastille non protégée sera altérée rapidement et les parties protégées par les caches le seront plus ou moins et après un temps plus ou moins long, suivant la transparence de ces caches.

Par suite, la région non protégée deviendra rapidement obscure, ou moins éclairée, tandis que les régions protégées ayant reçu une quantité de rayons moindre seront moins altérées et seront restées plus semblables à ce qu'elles étaient au début.

Il en résulte que, si l'on observe la pastille à un moment donné, on constate qu'au point de vue de l'éclat certaines des régions protégées se confondent avec la région non protégée, tandis que d'autres se détachent encore moins lumineuses sur le fond.

Si donc les caches ont des transparences calculées de manière que les régions protégées se confondent comme intensité lumineuse avec la région non protégée, lorsque la pastille a reçu des quantités de rayons X déterminées, on peut évaluer immédiatement la quantité reçue par le patient d'après les aspects de la pastille, à condition que l'on ait observé un rapport déterminé une fois pour toutes entre les distances de la peau du patient et de la pastille à la source de rayons X.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la radioactivité des sources d'eau potable.* Note de MM. F. **Dienert** et E. **Bouquet**, présentée par M. P. Curie.

Dans le but d'étudier les procédés naturels d'épuration par le sol et afin de chercher à expliquer pourquoi certaines sources émergeant de terrains fissurés et peu filtrants ne renferment pas le *bacillus coli communis,* nous avons mesuré la radioactivité de quelques sources captées par la Ville de Paris. Dans cette première Note nous donnons les résultats obtenus aux sources de l'Avre.

Pour faire cette mesure, nous nous sommes servis de l'appareil à électroscope de Elster et Geitel en employant le procédé décrit dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève* (août 1905) par MM. Engler et Sieveking [1].

Dans une première mesure nous déterminons l'abaissement du potentiel de notre électroscope obtenu après 1 heure avec 2^l d'eau indifférente (eau distillée). Nous obtenons ainsi l'activité normale.

Dans une deuxième mesure nous remplaçons l'eau distillée par le même volume d'eau de source et l'on fait la même lecture. En retranchant de celle-ci l'activité normale, on obtient la chute de potentiel après 1 heure due à l'émanation de l'eau étudiée. Nos résultats sont rapportés au litre d'eau. Nous avons négligé d'en défalquer l'activité induite.

Le volume de notre appareil contenant l'air ionisé est de $10^l,200$.

La capacité de notre condensateur est sensiblement égale à $1,1 \times 10^{-20}$ C.G.S. électromagnétique.

Sources.	Intensité du courant de décharge de l'électroscope par l'émanation dégagée par 1^l d'eau en ampères [2].
Source du Groupe du Nouvet	$1,40 \times 10^{-13}$
Source Érigny	$1,70 \times 10^{-13}$
Source Rivière	$2,03 \times 10^{-13}$
Source du Breuil	$2,55 \times 10^{-13}$

D'après ces résultats on voit que les sources de l'Avre sont faiblement

(1) Cet appareil est très commode quand on veut étudier la radioactivité des sources sur le terrain, mais il ne donne que des indications relatives et ne comporte pas une grande précision.

(2) On a tenu compte de l'émanation dissoute dans l'eau.

radioactives; celle du Breuil, la meilleure de toutes, indemne de *bacillus coli communis*, l'est plus que les autres.

Les eaux des sources concentrent, à leur émergence, l'émanation radioactive qu'elles dissolvent dans le sol.

Comme pour leur captage on les a recouvertes d'une cloche en maçonnerie, l'air des chambres de captage doit être fortement radioactif.

C'est en effet ce que nous avons constaté, comme l'on peut s'en rendre compte par l'examen des nombres ci-dessous :

Activité normale de l'air du laboratoire............................	$0,35 \times 10^{-13}$
Activité normale de l'air de la cave du laboratoire (située à 500m des sources)..	$0,43 \times 10^{-13}$
Activité normale de l'air du pavillon de captage de la source du Breuil.	$2,45 \times 10^{-13}$

Comme les sources concentrent en certains points, par exemple à leur émergence, l'émanation qu'elles recueillent dans leur parcours, il y a peut-être là un moyen de déceler la présence d'un courant souterrain; c'est ce que que nous nous proposons de rechercher.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation des nitriles acétyléniques avec les phénols. Méthode générale de synthèse de nitriles acryliques β-oxyphénolés β-substitués.* Note de MM. Ch. Moureu et I. Lazennec, présentée par M. H. Moissan.

Nos récentes expériences ont établi (*Comptes rendus*, 5 février 1906) que les nitriles acétyléniques R — C≡C — C Az pouvaient être condensés avec les alcools, en donnant des produits d'addition qui résultent de la fixation des alcools sur la liaison acétylénique. Nous avons reconnu que les phénols peuvent fournir avec les mêmes nitriles des composés d'addition analogues et cette réaction doit encore être rapprochée de la condensation des phénols et des thiophénols avec le phénylpropiolate d'éthyle et l'acétylène-dicarbonate d'éthyle (Ruhemann et Beddow, Ruhemann et Stapleton, *Chem. Soc.*, 1900-1904) et de celle des alcools et des phénols avec les éthers acétyléniques et les acétones acétyléniques (Ch. Moureu; Ch. Moureu et M. Brachin, *Bull. Soc. chim.*, 1902-1905).

Le mode opératoire général est le suivant :

On dissout à chaud du sodium (1^{at}) dans un excès (40 à 50 parties) du phénol employé; à cette liqueur, chauffée vers 120°, on ajoute le nitrile (1^{mol}) et l'on agite le

tout; on observe alors, en général, une élévation sensible de la température, en même temps qu'une coloration plus ou moins foncée de la masse. Après avoir maintenu le mélange vers la température moyenne de 140° pendant quelques heures, on élimine la majeure partie du phénol en excès par distillation dans le vide et l'on reprend le résidu par le benzène à chaud. La solution benzénique est débarrassée des traces de phénol qu'elle retient encore par des lavages à la soude étendue, puis séchée et évaporée; le nouveau résidu est purifié par distillation ou cristallisation.

Dans les composés que nous avons ainsi obtenus, une molécule phénolique se trouve fixée sur la liaison acétylénique des nitriles acétyléniques. Voici ces corps ;

	Points	
	de fusion.	d'ébullition.
Nitrile β-amyl β-phénoxyacrylique : $C^5H^{11}-C(OC^6H^5)=CH-CAz$	»	175°-178° (15mm)
Nitrile β-hexyl β-orthocrésoxyacrylique : $C^6H^{13}-C(OC^6H^4-CH^3)=CH-CAz$	»	195-196 (15mm)
Nitrile β-phényl β-phénoxyacrylique : $C^6H^5-C(OC^6H^5)=CH-CAz$	85°-86°	»
Nitrile β-phényl β-orthocrésoxyacrylique : $C^6H^5-C(OC^6H^4-CH^3)=CH-CAz$	104-105	»
Nitrile β-phényl β-thymoxyacrylique : $C^6H^5-C\left(OC^6H^3\begin{matrix}CH^3\\C^3H^7\end{matrix}\right)=CH-CAz$	»	226-229 (11mm)
Nitrile β-phényl β-gaïacoxyacrylique : $C^6H^5-C(OC^6H^4-OCH^3)=CH-CAz$	90-91	»

L'hydrolyse de ces composés permet d'établir leur constitution. Si l'on chauffe, par exemple, le nitrile β-phényl β-phénoxyacrilique avec de la potasse en solution alcoolique et qu'on traite ensuite par l'acide sulfurique le produit brut de la saponification, on observe la formation d'une certaine dose d'acétophénone, avec mise en liberté du phénol. L'équation suivante rend compte de la réaction :

$$\underset{\text{Nitrile phényl-phénoxyacrylique.}}{C^6H^5-C(OC^6H^5)=CH-CAz}+3H^2O$$
$$=\underset{\text{Acétophénone.}}{C^6H^5-CO-CH^3}+\underset{\text{Phénol.}}{C^6H^5OH}+AzH^3+CO^2.$$

Nous avons remarqué en outre, avant le traitement par l'acide sulfurique, qu'il y avait eu production d'une notable proportion du nitrile éthoxylé $C^6H^5-C(OC^2H^5)=CH-CAz$, dont nous avons établi antérieurement la constitution. Fait bizarre, ce composé a pris naissance par la substitution de l'alcool au phénol dans le nitrile phénoxylé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches dans la série du pyrane.* Note de MM. **E.-E. Blaise** et **H. Gault**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons indiqué, dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 11 juillet 1904) comment nous avons pu préparer un dérivé immédiat du γ-pyrane : l'acide γ-pyrane-αα'-dicarbonique :

```
              CH²
        CH ╱    ╲ CH
           ‖      ‖
CO²H — C ╲      ╱ C — CO²H
              O
```

par déshydratation de l'acide αα'-dicétopimélique, ce dernier résultant lui-même de la saponification du méthylène-bisoxalacétate d'éthyle. Dans le but d'obtenir des homologues pyraniques, nous avons condensé l'éther oxalacétique avec diverses aldéhydes, soit cycliques, soit acycliques. Les aldéhydes cycliques (aldéhydes benzoïque, anisique, *o*- et *m*-nitrobenzoïque, *p*-oxybenzoïque) ne donnent en aucun cas d'éthers alcoylidène-bisoxalacétiques, mais uniquement des éthers cétoarylparaconiques, par suite de l'élimination de 1^{mol} d'alcool entre 1^{mol} d'aldéhyde et une seule molécule d'éther oxalacétique

```
    ╱CO — CH — CO²C²H⁵
CO        |
    ╲O  — CH — C⁶H⁴ — R
```

En effectuant la condensation au moyen de l'acide chlorhydrique gazeux, on obtient directement les éthers cétoparaconiques; si l'on emploie au contraire la diéthylamine, ce sont les sels de diéthylamine correspondants qui prennent naissance.

L'aldéhyde salicylique se condense d'une manière spéciale avec l'oxalacétate d'éthyle : elle fournit le salicylidène-monoxalacétate d'éthyle. Si la condensation a été effectuée au moyen de l'acide chlorhydrique, on obtient un chlorhydrate excessivement instable et qui donne le dérivé salicylidénique par action des bicarbonates alcalins, à froid.

Les aldéhydes acycliques : éthanal, propanal, heptanal, se comportent vis-à-vis de l'éther oxalacétique comme le méthanal. On obtient, en condensant au moyen de la pipéridine ou de la diéthylamine, des éthers alcoylidène-bisoxalacétiques hydratés.

Le dédoublement cétonique de ces éthers s'effectue mal ou ne s'effectue plus du tout sous l'influence des acides minéraux étendus. L'acide sulfurique concentré et froid donne, au contraire d'excellents résultats. Il y a simultanément saponification et déshydratation et l'on obtient des dianhydrides de la forme :

```
CO—CH—CH—CH—CO
|    |    |    |    |
CO  CO   R   CO  CO.
 \  /          \  /
  O             O
```

Ceux-ci, par ébullition avec de l'eau, conduisent, dans de très bonnes conditions de rendement, aux acides dicétopiméliques correspondants. Les acides dicétopiméliques fournissent tous les dérivés caractéristiques de leurs fonctions. Il faut mentionner en particulier leurs dioximes, qui, par simple ébullition avec l'eau, se décomposent en donnant les dinitriles β-alcoylglutariques. Toutes les réactions indiquées donnant de bons rendements, c'est là une méthode de synthèse des acides β-alcoylglutariques qui peut être précieuse dans le cas où l'alcoyle est lourd. On sait en effet que, dans ce cas, la méthode de Knœvenagel ne donne pas de résultats.

Les homologues de l'acide dicétopimélique se comportent comme ce dernier vis-à-vis de l'acide sulfurique et donnent les homologues de l'acide pyranedicarbonique :

```
CO²H—C=CH
    O<      >CH—R.
CO²H—C=CH
```

Nous avons particulièrement étudié la basicité de l'atome d'oxygène dans les acides pyranedicarboniques. Cette basicité est nulle à l'égard des acides et des sels des métaux lourds. Par contre, elle se manifeste vis-à-vis des halogènes. Le brome, par exemple, donne des dibromures qui précipitent instantanément l'iode des iodures et où les atomes d'halogène doivent, par conséquent, être considérés comme fixés à l'atome d'oxygène :

```
                CO²H
               /
         CH=C        Br
R—CH<          >O<      .
         CH=C        Br
               \
                CO²H
```

Ces dibromures ne sont pas susceptibles de perdre d'hydracide pour se transformer en sels de pyryle. La propriété de donner des sels de pyryle n'appartient donc pas au noyau pyranique simple, mais seulement aux noyaux complexes, tels que celui du dinaphtopyrane et, dans ce dernier cas, la formation du sel de pyryle ne doit pas avoir lieu par substitution comme l'a supposé M. Fosse dans ses intéressantes recherches, mais résulter de la formation d'un bromure très instable, perdant aussitôt une molécule d'acide bromhydrique, grâce à la mobilité de l'hydrogène du groupement méthylénique en para par rapport à l'oxygène pyranique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la présence de l'aldéhyde formique dans les substances caramélisées.* Note de M. A. **Trillat**, présentée par M. E. Roux.

Les résultats exposés dans des Notes précédentes [1] ont démontré que l'aldéhyde méthylique se formait dans la combustion incomplète d'un grand nombre de substances, spécialement dans celle du sucre et des matières riches en hydrates de carbone.

J'ai reconnu que l'aldéhyde formique ne se trouvait pas seulement dans les produits gazeux de ces combustions, mais qu'elle était encore renfermée dans le résidu, c'est-à-dire dans le caramel. Cette constatation, qui fait l'objet de cette Note, est de nature à nous expliquer quelques faits dont la cause restait ignorée jusqu'à présent.

I. Le dégagement de formaldéhyde, déjà décelable quand on chauffe le sucre à 125°, devient abondant à 150°. Si l'on arrête le chauffage à cette température, on peut déjà constater la présence de la formaldéhyde dans le caramel. La proportion d'aldéhyde augmente avec le degré de caramélisation, comme l'indique le Tableau suivant (les chiffres se rapportent à 100 de caramel) :

	Température de caramélisation.	Aldéhyde formique restant dans le résidu.	Aldéhyde formique dégagée.
I............	125°	traces	traces
II............	150°	0g,090 pour 100	0g,300 pour 100
III...........	150°-180°	0g,135 »	1g,100 »
IV...........	180°-200°	0g,270 »	2g,200 »

(1) *Comptes rendus*, mars et juillet 1905.

Les caramels du commerce utilisés dans l'alimentation renferment souvent de l'aldéhyde formique libre, mais en proportions extrêmement variables selon le mode de préparation du caramel et surtout selon sa fraîcheur. Sur 5 échantillons prélevés, 3 en contenaient des doses très appréciables (trouvé : 30^{mg}, 45^{mg} et 325^{mg} pour 100 du poids du caramel).

II. Le sucre caramélisé perd une partie de ses propriétés fermentescibles; on le constate, soit en caramélisant préalablement le sucre, soit en l'additionnant de caramel et en ensemençant ensuite de semblables solutions comparativement à des solutions témoins. Le caramel jouit donc de propriétés antiseptiques; pour en avoir une notion plus exacte, j'ai déterminé, selon la technique habituelle, le pouvoir infertilisant et microbicide de 20^{g} de sucre chauffé 1 minute à 200°. La dose de 6 pour 100 a infertilisé les bouillons ensemencés par le *bacterium coli commune* et les bactéries des eaux d'égout. Au point de vue microbicide, ces mêmes germes mis en contact avec une solution de caramel à 10 pour 100 ont été tués après un contact de 14 heures.

III. Le lait additionné de ce caramel à diverses doses et ensemencé avec le ferment lactique est resté indemne à la dose de 10 pour 100; l'action retardatrice du caramel sur la fermentation lactique s'est manifestée à la dose de 2 pour 100. Cette même dose de caramel dans le lait ne m'a pas semblé exercer une action retardatrice sur l'empressurage ni sur la digestibilité artificielle du lait; peut-être se manifeste-t-elle à plus haute dose.

IV. La conclusion à tirer de ces résultats, c'est que le sucre caramélisé ou ayant subi un commencement de caramélisation contient des doses plus ou moins considérables de formaldéhyde qui peuvent influencer ses propriétés originelles. Au point de vue pratique, on voit intervenir dans l'industrie le rôle de la formaldéhyde dans la destruction du sucre provoquée accidentellement par un trop grand surchauffage au contact des parois métalliques, ce qui a pour effet, comme MM. Mollenda et Pellet (¹) viennent de le constater, de faire varier les propriétés réductrices et fermentescibles des masses cuites.

Dans les sucreries, il arrive assez fréquemment que les cannes sont incendiées; d'après M. Riffard (¹), ces cannes fermentent difficilement : la formation de l'aldéhyde méthylique peut en donner une explication.

V. Le caramel est utilisé dans l'alimentation comme parfum et comme colorant : la caramélisation dans les ménages est d'une pratique courante. Étant données les doses auxquelles il est d'usage de mélanger le caramel aux aliments, la proportion d'aldéhyde formique introduite dans l'organisme par leur ingestion est excessivement faible et probablement négligeable dans la plupart des cas.

(¹) *Bulletin de l'Association des Chimistes*, 1905.

Ces notions étaient utiles à connaître non seulement au point de vue de l'hygiène alimentaire mais aussi au point de vue de l'expertise légale : ces résultats prouvent en effet que la formaldéhyde, dont l'usage est interdit par la loi pour la conservation des aliments, peut s'y rencontrer parfois normalement [1].

BOTANIQUE. — *Note sur la végétation bryologique de l'Antarctide.* Note de M. **Jules Cardot**, présentée par M. Bornet.

Le climat des régions antarctiques présente, à latitude égale, des conditions beaucoup plus défavorables aux manifestations de la vie végétale que le climat boréal, ce qui est dû principalement à la nébulosité de l'atmosphère, qui neutralise en grande partie l'action bienfaisante des rayons solaires, de telle sorte que, pendant les mois les plus chauds pour ces régions (décembre, janvier, février), les valeurs thermométriques moyennes sont de 2°,13 au-dessous de zéro, alors que, sous des latitudes correspondantes, l'été scandinave jouit encore d'une température de 11° à 15° au-dessus de zéro.

On comprend facilement que les plantes supérieures ne trouvent pas sous le climat de l'Antarctide la somme de chaleur nécessaire à leur développement. La seule plante phanérogame connue à une latitude plus australe que celle du Cap Horn et de la Géorgie du Sud est une Graminée qui végète par touffes isolées sur les côtes des Shetland méridionales et des îles de l'archipel de Graham.

Mais les végétaux cellulaires sont moins exigeants et les récentes explorations antarctiques viennent nous révéler toute une flore cryptogamique, à peu près ignorée jusqu'ici, appartenant aux trois grands groupes des

---

(1) Dans cette Note je me suis borné à signaler la présence de la formaldéhyde libre dans les substances caramélisées. Mais cette constatation conduit naturellement à admettre qu'une grande partie de l'aldéhyde échappe à l'analyse parce qu'elle doit être combinée et transformée en dérivés avancés de polymérisation qui constitueraient au moins en partie le caramel. On sait en effet avec quelle facilité les aldéhydes donnent des acétals et se polymérisent. Cette hypothèse est d'autant plus acceptable que je suis arrivé, en partant de l'aldéhyde formique, à produire des caramels présentant une grande analogie avec le caramel extrait du sucre. L'identification de ces caramels est intéressante à faire, car elle expliquerait d'une manière fort simple le phénomène, considéré comme compliqué, de la caramélisation. J'en ai fait l'objet d'une étude à part.

Muscinées, des Lichens et des Algues et dont l'étude présente d'autant plus d'intérêt que cette flore constitue l'une des plus importantes manifestations de la vie organique dans ces régions désolées.

Ayant été chargé de la détermination des Mousses rapportées par l'expédition de la *Belgica*, par l'expédition suédoise et par la mission Charcot, j'ai pu, en outre, examiner la plupart de celles récoltées jadis par J.-D. Hooker sur l'île Cockburn et, plus récemment, par M. Borchgrevink à la Terre de Geikie et par M. Rudmase Brown, le botaniste de la *Scotia*, aux Orcades méridionales. En additionnant toutes ces espèces, nous arrivons à un total de 46 Mousses actuellement constatées dans la région antarctique proprement dite.

Malgré la rigueur du climat, ces Mousses sont généralement vigoureuses et n'ont nullement l'aspect rabougri qu'on pourrait leur supposer; mais il est à noter qu'elles fructifient rarement : de toutes les espèces que j'ai eu l'occasion d'examiner jusqu'ici, je n'en ai vu que quatre en fruits et deux en fleurs. Toutes les autres sont absolument stériles. Il est probable qu'elles ne produisent des fleurs et des fruits que dans certaines conditions exceptionnellement favorables et que leur propagation a lieu le plus souvent par la séparation et la dissémination des bourgeons.

Elles se répartissent entre 13 familles. La mieux représentée est celle des *Bryacées*, qui compte 11 espèces, dont 3 *Webera* et 8 *Bryum;* à l'exception de l'ubiquiste *B. argenteum* L., toutes les autres espèces de ce dernier genre sont particulières à l'Antarctide. C'est donc le genre *Bryum* qui paraît être le groupe le plus caractéristique de cette région.

Les *Hypnacées* viennent en seconde ligne, avec 9 espèces, appartenant aux genres *Brachytecium, Hypnum* et *Amblystegium*. L'*Hypnum uncinatum* Hedw., espèce répandue dans la zone boréale, est la Mousse la plus commune de la région antarctique.

Les familles des *Ditrichacées,* des *Pottiacées,* des *Grimmiacées* et des *Polytrichacées* sont représentées chacune par 4 espèces. Les *Andréacées* ont 3 espèces, les *Orthotrichacées* 2, enfin les *Weisiacées,* les *Dicranacées,* les *Séligériacées,* les *Bartramiacées* et les *Leskéacées* ont chacune un représentant.

Sur les 46 espèces, 22 semblent jusqu'ici particulières à l'Antarctide; il y a même un genre endémique (*Sarconeurum* Bryhn). 13 espèces antarctiques existent à la Géorgie du Sud, un même nombre dans les Terres magellaniques, 9 à Kerguelen et 12, presque toutes cosmopolites, se retrouvent dans la zone boréale. On doit noter aussi que plusieurs espèces antarctiques ont d'étroites affinités avec des espèces boréales.

L'altitude ne paraît pas exercer d'influence appréciable sur la distribution des Mousses antarctiques : les mêmes espèces peuvent se rencontrer partout où la glace disparaît en été. A l'île Brabant, dans le détroit de Gerlache, M. Racovitza a récolté 6 espèces à une altitude de 350^{m}, sur des

roches complètement entourées de glace et M. Skottoberg a recueilli 7 espèces dans l'île Paulet, à environ 400^m au-dessus du niveau de la mer.

Il est probable que la flore circumpolaire antarctique est très uniforme; toutefois, nous ne pouvons émettre à cet égard qu'une simple supposition, presque tout ce que nous en connaissons jusqu'à présent provenant de la partie de l'Antarctide située au sud du continent américain. Cependant, nous savons déjà qu'une espèce très spéciale, le *Sarconeurum glaciale*, existe sur deux points fort éloignés l'un de l'autre : l'île Cockburn et la Terre de Geikie.

BOTANIQUE. — *Sur les levures sporulées de Champignons à périthèces* (Glœosporium). Note de MM. **P. Viala** et **P. Pacottet**, présentée par M. L. Guignard.

La formation par les *Saccharomyces* de spores endogènes, assimilées aux ascospores, a été considérée comme un caractère bien particulier aux vraies levures. Ce caractère a servi de base à Hansen pour les classer en espèces. Les spores endogènes ont été signalées aussi pour des mycolevures ou des mycodermes. L'idée si longtemps discutée, de la possibilité de l'origine, plus ou moins lointaine, des levures aux dépens de Champignons filamenteux a été rejetée à la suite de travaux de Hansen, Schïonning, Klöcker. L'absence de sporulation endogène chez des levures de diverses moisissures était le fait essentiel sur lequel était basée cette dernière opinion.

Nos recherches sur l'Anthracnose de la Vigne (1), confirmées actuellement par celles sur l'Anthracnose du Platane, nous paraissent apporter des faits nouveaux sur cette question si controversée; elles démontrent, en tous cas, que la sporulation des levures n'est pas seulement particulière aux vrais *Saccharomyces*, puisqu'elle a lieu pour des Champignons parasites, le *Glœosporium ampelophagum* Saccardo (*Manginia ampelina* Viala et Pacottet) et le *Glœosporium nervisequum* Saccardo (*Gnomonia Veneta* Klebahn).

L'isolement et les nombreuses cultures, pendant trois années successives, du *G. ampelophagum* nous avaient permis d'observer, pour cette espèce,

(1) *Comptes rendus*, 1er février 1904. — *Anthracnose*, Mémoire I : 10 juin 1904; Mémoire II : 24 septembre 1905 (avec 8 planches et 95 figures dans le texte).

un polymorphisme très complexe : conidiophores, spermogonies, sclérotes et macroconidiophores, pycnides, chlamydospores, kystes, tous organes que nous retrouvions ensuite dans le vignoble et dont nous avons démontré les relations et l'entité spécifique par des cultures variées et croisées. Nous n'avons pu encore observer dans la nature ou obtenir dans nos cultures les périthèces (à asques) de cette espèce qui se rattache au groupe des ASCOMYCÈTES-SPHÆRIACÉES.

Quand on sème des spores (spermaties des conceptacles-spermogonies) dans des milieux sucrés, le mycélium, fin et filamenteux, se divise bientôt par un grand nombre de cloisons qui limitent des articles; ceux-ci finissent, au bout d'un temps plus ou moins long, par se séparer en cellules qui se mettent à bourgeonner comme des levures. Les premières générations de levures, ainsi obtenues, transportées successivement sur des milieux sucrés, continuent à se multiplier par bourgeonnement. Ce sont des levures (7^{μ} sur 4^{μ},50 ou 6^{μ} sur 4^{μ}) d'un type morphologique intermédiaire aux levures apiculées et aux levures ellipsoïdes; elles déterminent une faible production d'alcool (1 à 1,5 pour 100) qui paraît devoir s'augmenter par accoutumance.

En repartant d'une cellule de levure unique, nous avons pu revenir au mycélium filamenteux et de là aux divers organes du *G. ampelophagum*.

Ce retour est lent, il est même d'autant plus lent que la levure provient de séries plus éloignées du point originel de transformation du Champignon en levures bourgeonnantes.

Dans certaines conditions de milieu apparaissent, sur les voiles, des cellules durables (12^{μ} sur 6^{μ}) à double membrane, d'un brun plus ou moins foncé. Les levures portées sur plâtre ou dans les milieux épuisés sporulent et forment des spores endogènes. Les levures sporulées du *G. ampelophagum* sont plus renflées que la levure, la pointe apiculée a disparu, elles restent allongées quand elles renferment trois spores, elles sont plutôt subsphériques à deux spores ou sphériques à une spore (9^{μ} à 11^{μ}). La spore endogène est un peu ovoïde et donne des levures en milieux sucrés. Il y a identité absolue entre cette sporulation du *G. ampelophagum* et celle des levures des SACCHAROMYCÈTES et des SCHIZOSACCHAROMYCÈTES.

En vérification de ces premières données, nous avons isolé et cultivé le *G. nervisequum* du Platane et nous avons obtenu des conidiospores, spermogonies, pycnides, sclérotes, chlamydospores, kystes. H. Klebahn [1] a cultivé aussi le *G. nervisequum* en milieux artificiels; il a obtenu, comme nous, des conidiosphores, des sclérotes, des conceptacles et il a démontré que *Gnomonia Veneta* (*Læstadia Veneta* Sacc. et Speg.) était la forme à

---

(1) *Ueber einige Fungi imperfecti* (*Jahrbücher für Wissensch. Botanik*, Leipzig, 1905, p. 515-558).

périthèces (à ascospores et à asques) du *G. nervisequum;* ces asques vraies sont en grand nombre dans la cavité du périthèce et renferment chacune huit spores ovoïdes et septées.

Or nous avons obtenu, dans les mêmes conditions de milieu que pour *G. ampelophagum,* des levures avec le *G. nervisequum*. Le passage à la levure bourgeonnante du mycélium filamenteux est même plus rapide avec cette dernière espèce. Le retour au mycélium, en partant de la levure unique, a été obtenu de même façon et a été aussi lent. Les levures bourgeonnantes du *G. nervisequum* produisent aussi 1 pour 100 d'alcool; elles sont plus ellipsoïdes que celles du *G. ampelophagum;* elles mesurent 12^{μ} à 8^{μ} de long, sur 7^{μ} à 4^{μ} de diamètre, le plus souvent 9^{μ}-7^{μ}. Les voiles et les cellules durables ont été observés dans les mêmes conditions; ces dernières (10^{μ} à 12^{μ}) sont plutôt irrégulièrement sphériques à membrane d'un noir carbonacé.

La sporulation du *G. nervisequum* se produit comme celle du *G. ampelophagum*. Les spores endogènes sont plus nombreuses; leur nombre varie un peu (2 à 12), mais il est, le plus souvent, de 8. Ces spores sont plus sphériques que celles des levures de la Vigne. Elles donnent de petites levures dont les générations ultérieures acquièrent vite les dimensions normales. La levure sporulée est plus allongée que celle du *G. ampelophagum ;* elle est parfois un peu arquée ou irrégulière; elle mesure en moyenne 13^{μ} sur 19^{μ} et varie de 16^{μ} à 9^{μ} sur 10^{μ} à 8^{μ}; ses spores ont 3^{μ} de diamètre.

Tous les Champignons analogues aux deux *Glœosporium* étudiés ne sont pas susceptibles de donner des levures bourgeonnantes et des levures sporulées. Nous avons isolé et cultivé un parasite voisin de ces derniers, l'*Ascochyta Pisi* Lib., cause de l'Anthracnose des pois et nous n'avons pu obtenir, au bout de huit mois, la fragmentation mycéliennne en milieu sucré. Il en est de même pour d'autres parasites du même groupe des Sphæriacées que nous avons isolés et que nous cultivons depuis plusieurs années (cinq ans), tels les *Guignardia Bidwellii* (Black-Rot), *Charrinia diplodiella* (Rot blanc), *Rœsleria hypogœa* et *Dematophora necatrix* (Pourridié).

La sporulation des levures observée sur deux Champignons (*G. ampelophagum* et *nervisequum*), qui présentent un polymorphisme complexe d'organes de reproduction et dont l'un a des périthèces à asques et à vraies ascospores, permet de mettre en doute la nature ascogène attribuée aux levures des *Saccharomyces*. Cette observation pose à nouveau la question, énoncée par Pasteur, de l'origine première, aux dépens de Champignons filamenteux, des levures sauvages et industrielles. D'ailleurs ces levures sont

peut-être fixées, par une longue accoutumance, dans leur état actuel, état d'où il paraît difficile, mais non impossible, de les ébranler.

BOTANIQUE AGRICOLE. — *De l'influence de la greffe sur la qualité du raisin et du vin et de son emploi à l'amélioration systématique des hybrides sexuels.* Note de MM. **Curtel** et **A. Jurie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une précédente Communication l'un de nous a signalé l'influence modificatrice de la greffe sur le raisin, le moût et le vin. Ces conclusions reposaient sur l'observation, prolongée pendant plusieurs années, de deux vignes, l'une greffée, l'autre franche de pied, situées côte à côte et soumises aux mêmes soins culturaux. Un curieux phénomène de végétation nous a permis d'étudier cette influence en éliminant les nombreuses causes étrangères de variation qui interviennent, en dehors de la greffe, pour modifier la structure et la composition du fruit.

Nous avons pu observer, *sur un même pied,* Gamay d'Arcenant greffé sur Aramon-Rupestris, deux récoltes provenant, l'une de la greffe, l'autre d'un rameau fructifère âgé de quatre ans, né à 6cm environ au-dessous de la greffe et par conséquent affranchi de l'influence modificatrice du bourrelet. Ce rameau, au lieu d'avoir les caractères d'un rameau d'Aramon-Rupestris, comme on devait s'y attendre, porte un feuillage de *Vinifera* trilobé, différent à la fois de celui du greffon et du sujet, tout en ayant des caractères communs à l'un et à l'autre. Il porte de nombreux raisins ayant la forme et les dimensions de ceux de Gamay, mais plus précoces, à grains plus gros, parfaitement sains, alors que ceux de la greffe sont fortement envahis par la pourriture grise.

Structure comparative des fruits.

	Poids de 10 raisins.	Nombre total des grains.	Nombre de grains: sains.	pourris.	Poids des rafles.	Poids de 100 grains.	Nombre des pépins.	Poids des pépins.	Nature des peaux.
Greffe............	1kg,130	1000	630	370	30	216	134	5,2	fines.
Rejet non greffé....	1kg,170	659	629	30	31	249	152	6,9	plus épaisses.

Les moûts ont une densité, une teneur en sucre peu différentes et une acidité un peu supérieure dans le fruit greffé. Ces moûts ensemencés avec une même levure de vin ont donné des vins très différents dans leurs propriétés organoleptiques, couleur et richesse en tanin.

	Alcool.	Acidité en SO^3.	Acidité volatile en SO^3.	Extrait à 100°.	Cendres.	Tartre.	Tanin.	Colorimétrie.
Vin de la greffe............	9°,5	6°,8	0,47	25,12	2,8	4,8	0,27	100
Vin du rejet non greffé......	10°	6°,7	0,42	24,16	2,8	4,7	0,44	190

L'action de la greffe, nettement isolée de toute autre cause modificatrice dans le phénomène observé ici, peut se résumer dans les conclusions suivantes, qui confirment nos précédents résultats : augmentation de la fertilité, moindre dimension des grains, plus nombreux, à peau plus fine, très sujette aux maladies cryptogamiques, avec des pépins moins nombreux, plus gros, moins tanniques, de poids total moindre. Dans les vins cette action s'est manifestée par une diminution notable de la couleur et du tanin, une moindre résistance à l'action de l'air, une atténuation de la rudesse et de l'âpreté, enfin par des modifications notables de la saveur et du bouquet.

Ce cep montre en outre l'influence réciproque du greffon sur le sujet, en même temps que le déséquilibre produit par le greffage dans les capacités fonctionnelles des deux plantes associées.

Dans une seconde série de recherches, nous avons essayé d'appliquer l'influence modificatrice si puissante de la greffe, influence généralement peu avantageuse pour nos plants français, à l'amélioration de certains hybrides et en particulier de certaine variété, obtenue par l'un de nous et remarquable par ses qualités culturales :

Ce pied-mère est un *Rupestris Lincecumii* Mondeuse (Jurie, 1375, I) résistant au phylloxera, très sain de feuillage, mais de médiocre fertilité, donnant des raisins courts et lâches dont le vin, qui a du corps et du fruit, est malheureusement altéré par un goût de fox très accentué. Par greffage mixte sur *Berlandieri,* la grappe grossit considérablement, le plant devient fertile, le feuillage très sain a le vernissé caractéristique du *Berlandieri.* Le vin plus léger, moins tannique, moins coloré, moins minéralisé, est d'une très grande finesse, sans goût de fox. C'est, au dire des experts auxquels il a été soumis, un vin réellement supérieur. Par greffage sur *Rupestris cordifolia,* la grappe s'est encore grandie, mais irrégulièrement, le vin est resté encore rude et un peu grossier, mais exempt de mauvais goût : c'est un beau vin de coupage, richement coloré. Par greffage sur *Riparia Berlandieri,* le *Riparia* apporte comme de coutume plus d'alcool et aussi plus d'âpreté. Nous sommes donc arrivés à modifier ainsi par la greffe le cépage primitif et à lui assurer, avec une plus grande fertilité, un fruit susceptible de fournir des vins exempts du goût de fox primitif.

Composition de ces vins.

Nature du plant.	Alcool pour 100.	Acidité totale en SO^3.		Extrait à 100°.	Crème de tartre.	Cendres.	Tanin.	Colorimétrie.
Pied-mère...........	8°,5	8^g	0^g,35	27^g,76	0,48	2,32	1,46	131
Greffé sur *Berlandieri.*	8,2	8,6	0,47	29,16	0,64	1,12	1,04	100
Greffé sur *Rip. Berl.*.	8,6	9,2	0,64	30,20	0,87	2,04	1,02	102
Greffé sur *Rup. cord.*	8,2	9,4	0,47	29,92	0,60	3,32	1,18	120

Conclusions. — 1° Le curieux phénomène de végétation, grâce auquel nous avons pu étudier sur un même pied de vigne le fruit greffé et le non greffé, nous a permis de vérifier le bien fondé de nos précédentes conclusions sur l'influence modificatrice profonde de la greffe sur le raisin et sur le vin. 2° Il montre en outre très nettement l'influence inverse et tout aussi incontestable du greffon sur le sujet. 3° L'action de la greffe n'étant pas limitée à la durée de l'association des deux végétaux, mais persistant dans les rameaux du greffon reproduits par bouturage, on peut utiliser ce nouveau mode d'hybridation par voie asexuelle à l'amélioration systématique de la Vigne et de ses hybrides et en particulier de leurs vins, comme le montrent les exemples ci-dessus.

ZOOLOGIE. — *L'évolution des colonies de* Diplosoma spongiforme *Giard et la displanchtomie des ascidiozoïdes.* Note de M. **Antoine Pizon**, présentée par M. Yves Delage.

J'ai fait connaître dans une publication antérieure l'évolution générale des ascidiozoïdes de *Diplosoma Listeri* et montré l'existence, dans ces colonies, de trois sortes d'ascidiozoïdes dont j'ai établi les rapports et l'ordre de succession (¹). Pendant la belle saison dernière j'ai étudié la seconde espèce de Diplosome de nos côtes, *Diplosoma spongiforme* Giard, afin de dégager, si possible, des lois générales sur le bourgeonnement dans la famille des Diplosomidés.

1° Chez l'une des cinq colonies étudiées, les ascidiozoïdes n'ont présenté que le *bourgeonnement épicardo-rectal* aboutissant à la formation de formes *bithoraciques;* puis, au bout de 12 à 18 heures, le plus âgé des deux thorax entrait en histolyse et il restait un *ascidiozoïde monothoracique* qui, quelques jours plus tard, devenait *bithoracique* par bourgeonnement d'un nouveau thorax.

Les lignées issues respectivement de l'oozoïde et de son premier blastozoïde ne comprirent ainsi que des formes alternativement monothoraciques et bithoraciques, qui se transmirent successivement la masse abdominale de l'ascidiozoïde de tête. De son côté, l'épicarde, aux dépens duquel se forment les branchies successives, prend la signification d'un stolon interne à profilération continue; il en est de même de l'extrémité de l'intestin, qui bourgeonne toujours de nouveaux rectums.

2° Les quatre autres colonies dont j'ai suivi l'évolution ont présenté deux modes de bourgeonnement : d'abord le bourgeonnement *épicardo-rectal* aboutissant comme

(¹) Antoine Pizon, *L'évolution des Diplosomes* (*Dipl. Listeri*) (*Comptes rendus*, 9 novembre 1903 et *Archives de Zool. expér.*, fasc. I, octobre 1905).

précédemment à des formes bithoraciques; puis, à des intervalles irréguliers, certains ascidiozoïdes furent en même temps le siège d'un bourgeonnement *épicardo-œsophagien* donnant lieu à une nouvelle masse abdominale (estomac, intestin et cœur) qui restait momentanément en connexion avec l'ascidiozoïde progéniteur, lequel devenait ainsi une forme *bithoracique et biventrique.*

Au bout de 36 à 48 heures, celle-ci s'est toujours dédoublée en deux autres ascidiozoïdes monothoraciques par un mécanisme qui est le même que chez *D. Listeri* et dont j'ai pu encore établir très nettement le déterminisme :

Soit un ascidiozoïde A avec son œsophage O, son estomac E, son intestin I et son

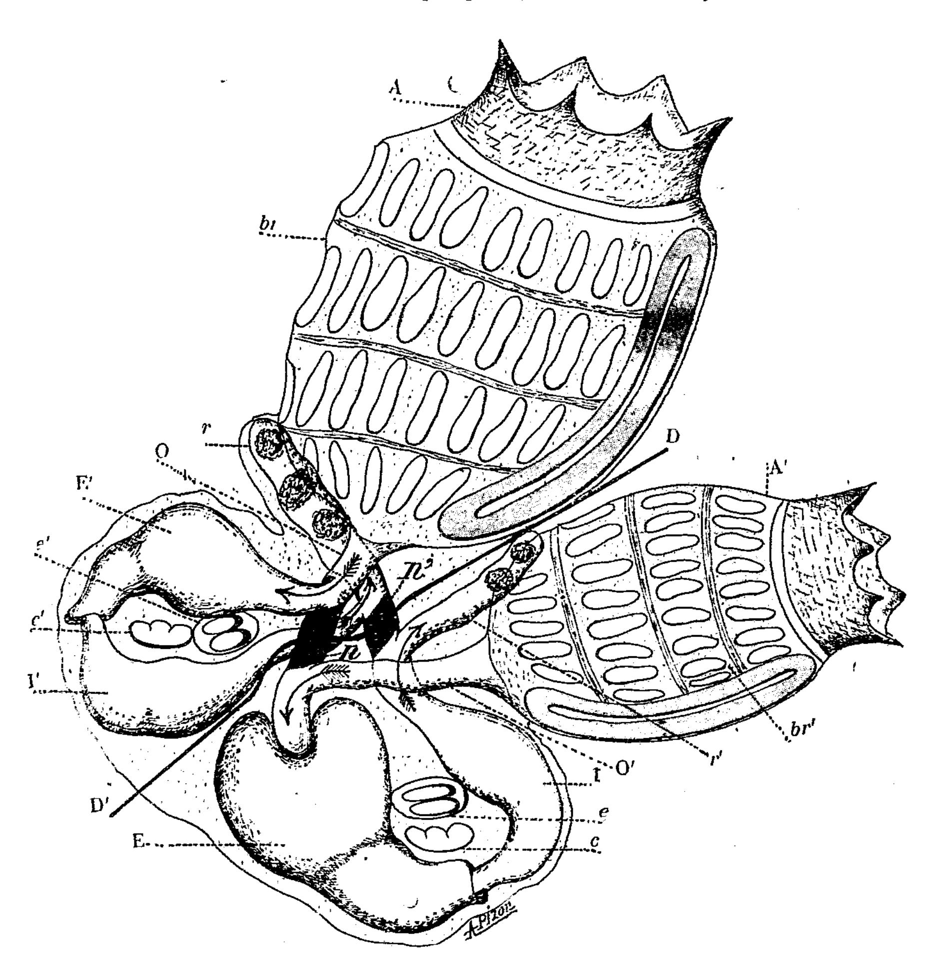


Fig. 1. — Un ascidiozoïde bithoracique et biventrique de *Diplosoma spongiforme* Giard.

A, ascidiozoïde d'abord monothoracique avec sa branchie *br*, estomac O, intestin I, rectum *r*, cœur *c* et épicarde *e*. — Il est devenu bithoracique et biventrique en bourgeonnant une autre branchie A', œsophage O', intestin I', rectum *r'*, cœur *c'* et épicarde *e'*. — *n* et *n'* (en granulé), régions inactives se pinçant au moment de la displanchtomie. — D, D', direction de la displanchtomie. (Les flèches indiquent la marche des aliments.)

rectum *r*; il est devenu bithoracique et biventrique en bourgeonnant une nouvelle branchie A′, un estomac E′, un intestin I′ et un rectum *r*′. La figure 1 indique les connexions de ces différents organes.

Quand tous sont en activité fonctionnelle, on observe que les particules alimentaires absorbées par la branchie A s'engagent dans le premier œsophage qu'elles trouvent sur leur chemin et arrivent dans l'estomac E′; puis les fèces formées dans l'intestin I′ et poussées en avant par les contractions intestinales s'engagent tout naturellement dans le rectum maternel *r* qui les évacue au dehors. Par suite des diverses connexions anatomiques, le plus ancien des deux thorax A se trouve donc associé physiologiquement avec la nouvelle masse abdominale E′, I′. On observe de même que le nouveau thorax A′ est associé fonctionnellement avec la plus ancienne des deux masses abdominales E, I.

Il en résulte que, sur le trajet de l'œsophage O, il existe une région *n*, comprise entre les débouchés de l'estomac E′ et de l'œsophage O′, qui est fonctionnellement neutre ou à peu près; il en existe une autre pareille en *n*′ entre les deux rectums *r* et *r*′. Ce sont précisément ces deux régions inactives *n* et *n*′ qui se pincent et se séparent complètement suivant DD′, en isolant ainsi deux ascidiozoïdes monothoraciques, *avec échange des organes abdominaux*.

Je donne à cette bipartition singulière le nom de *displanchtomie* (δίς, deux; σπλαγχνον, viscères; τομή, coupure).

Les autres résultats généraux qui se dégagent de l'ensemble de mes observations sont les suivants : les deux modes de bourgeonnement que j'ai décrits chez *Diplosoma Listeri* se retrouvent chez *D. spongiforme;* l'apparition des ascidiozoïdes bithoraciques et biventriques n'obéit à aucune règle générale, et chacun d'eux se divise toujours ultérieurement en deux monothoraciques; les lignées d'ascidiozoïdes issues respectivement de l'oozoïde et de son premier blastozoïde diffèrent dans une espèce donnée; elles varient également d'une espèce à l'autre.

ZOOLOGIE. — *Sur le mâle et l'appareil suceur de* Nicothoa Astaci. Note de M. **A. Quidor**, présentée par M. Yves Delage.

J'ai étudié au laboratoire de Roscoff le mâle insuffisamment démontré et l'appareil suceur mal connu de *Nicothoa*.

L'étude de *Nicothoa* dépourvus d'appendices aliformes et semblables à la forme décrite par Claus comme mâle a montré que l'apparition des glandes sexuelles permet seule de distinguer le mâle de la femelle immature. Sur cinq animaux étudiés et rigoureusement identiques, quatre présentaient en effet dans le thorax et l'anneau génital des glandes mâles à

divers stades de développement. Un seul en était complètement dépourvu. Si donc l'échantillon unique étudié par Claus est bien une femelle immature, comme le croit Canu, la description qu'il en donne s'applique également au mâle. Cependant, quoi qu'en dise Claus, le cinquième anneau thoracique est toujours visible dorsalement.

L'appareil suceur de *Nicothoa* comprend trois parties : la trompe, la bouche et le pharynx (*fig.* 1 et 2).

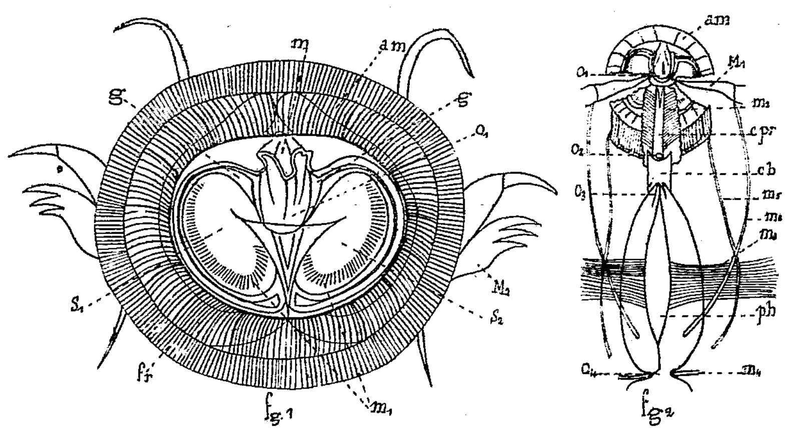


Fig. 1. — *am*, bord musculaire; *fr*, frange musculaire; *g*, gorge chitineuse; M_2, maxilles; *m*, bord mobile; m_1, muscle élévateur; O_1, orifice buccal; S_1-S_2, surfaces chitineuses.

Fig. 2. — *cb*, cavité buccale; *cpr*, cavité prébuccale; M_1, mandibules; m_2-m_3-m_4-m_5-m_6, muscles prébuccal, pharyngien, œsophagien, mandibulaire, maxillaire; O_1-O_2-O_3-O_4, orifices prébuccal, buccal, postbuccal, œsophagien; *ph*, pharynx.

La trompe, située entre les antennes postérieures, est limitée en avant et en arrière par deux demi-couronnes chitineuses : la lèvre supérieure et la lèvre inférieure. Elle est perpendiculaire à la face ventrale de l'animal, mais peut osciller légèrement d'avant en arrière. C'est en effet un organe très riche en fibres musculaires. Celles-ci, nettement visibles de la base à l'extrémité supérieure où elles s'épanouissent en un rebord musculaire à fibres radiées, paraissent se continuer dans la frange délicate qui entoure ce dernier. Son ouverture est un cercle de $0^{mm},08$ de diamètre; elle est occupée par une membrane chitineuse complexe percée en son centre d'un orifice de forme variable auquel aboutit un tube central. Le bord antérieur de cet orifice est mobile et peut se placer sous la voûte chitineuse formée par le bord postérieur. Les bords latéraux sont occupés par deux surfaces chitineuses S_1 et S_2 en forme de rein. Une gorge chitineuse à concavité extérieure entoure chacune d'elles.

Le tube central peut être soulevé par la contraction des fibres musculaires m_1 insérées d'une part à son extrémité antérieure et, d'autre part, sur le bord marginal interne des surfaces S_1 et S_2, et dilaté par celle des muscles m_2 qui partent de sa paroi pour s'insérer sur celle de la trompe. Le relâchement de ces muscles agit en sens inverse.

La trompe présente, en outre, trois sortes d'appendices en forme de lanières : les

palpes labiaux (?). Elle est traversée par les mandibules qui se terminent un peu au-dessous de l'orifice prébuccal et présente latéralement les maxilles dont l'extrémité élargie se termine par trois petits lobes aigus.

La cavité buccale, courte et cylindrique, est située entre le tube axial de la trompe et le pharynx qui, tous deux, y font saillie.

Le pharynx a une forme ovoïde. Il présente un orifice antérieur postbuccal O_3 et un orifice postérieur O_4 qui le mettent respectivement en communication avec la cavité prébuccale et l'œsophage. Les parois sont épaisses, mais leur partie antérieure s'amincit pour pénétrer dans la cavité buccale. Des muscles puissants m_3, insérés sur ses parois d'une part et sur la carapace d'autre part le dilatent ou le contractent.

Cette même structure de l'appareil suceur se retrouve chez le jeune Nicothoé encore abrité dans l'ovisac maternel et dont la taille ne dépasse pas $0^{mm},2$. Mais l'ouverture de la trompe est simplifiée et laisse à penser que les surfaces chitineuses, S_1 et S_2, observées chez l'adulte, pourraient bien n'être que des palpes mandibulaires modifiés. En outre, les maxilles sont cylindriques, à deux articles et terminées par trois pointes.

L'expérience montre que l'animal peut se fixer uniquement au moyen de sa trompe. Le bord antérieur de la trompe et sa frange, en se contractant, s'appliquent exactement sur la branchie de l'hôte. Les muscles m_1 et m_2 soulèvent et dilatent le tube central qui, dès lors, agit comme une véritable ventouse. Mais il pourrait se remplir aux dépens des liquides contenus dans la bouche si l'afflux de ceux-ci n'avait précisément pour résultat de déterminer la fermeture parfaite de l'orifice buccal O_2.

Si, à ce moment, les mandibules perforent la branchie, la cavité prébuccale se remplit aux dépens du sang de l'hôte. Dans ce cas, la diastole de la cavité prébuccale étant à son maximum, celle de la cavité postbuccale commence. La cavité buccale se vide. L'orifice buccal s'ouvre progressivement tandis que l'orifice O_1 se ferme et que la cavité prébuccale entre en systole. Le liquide qu'elle contient pourrait, à ce moment, s'échapper par l'orifice prébuccal et détacher la trompe sans la disposition remarquable de celui-ci. La contraction de la cavité prébuccale provoque le déplacement du bord libre *m*. Les deux gorges chitineuses *g* n'offrent plus alors entre elles de solution de continuité et jouent, à l'arrivée du liquide, le rôle du cuir embouti dans la presse hydraulique. Le liquide nutritif passe donc dans la cavité buccale où il provoque la fermeture de l'orifice postbuccal O_3 tandis qu'a lieu la contraction du pharynx dont le contenu passe alors dans l'œsophage.

Il faut noter que, la cavité prébuccale restant contractée, les dilatations et les contractions du pharynx peuvent continuer. Elles déterminent ces mouvements ondulatoires si nets dans les cœcums digestifs des expansions latérales de la femelle adulte et qui persistent longtemps encore après que l'animal a été détaché de son hôte.

Si, d'autre part, on considère que ces expansions se sont produites en des points de moindre résistance de la carapace, il est permis de se demander s'il n'existe pas une relation de cause à effet entre les mouvements observés et ces expansions. L'examen de jeunes femelles montre en effet que le développement des organes génitaux a suivi et non précédé, comme certains l'ont dit, la formation de ces dernières. L'hypothèse est séduisante et l'absence de ces protubérances chez le mâle ne saurait s'élever contre elle; les mœurs sédentaires de la femelle ayant en effet provoqué une suractivité des fonctions digestives que ne permettent pas les mœurs pélagiques du mâle : le dimorphisme sexuel relevant, en un mot, de conditions éthologiques différentes.

GÉOLOGIE. — *Les tourbes des plages bretonnes, au nord de Morlaix (Finistère).* Note de M. L. **Cayeux**, présentée par M. Michel Lévy.

J'ai étudié, en juillet dernier, les dépôts tourbeux qui affleurent à marée basse, au nord-est de la baie de Morlaix, à Plougasnou-Primel. Une tranchée de $2^m,10$ de profondeur, ouverte à l'est de la pointe de Primel, sur la plage sableuse, à 3^m environ au-dessous du niveau des hautes mers, m'a permis de relever la succession suivante :

1° $0^m,10$ de sables, couvrant une partie de la plage actuelle.

2° $0^m,55$ de sables tourbeux et tourbe, renfermant des souches en place et de nombreux troncs d'arbres qui m'ont été signalés en plusieurs points de la côte. Ce niveau tourbeux correspond à un sol forestier.

3° $0^m,25$ de sables gris quartzeux, riches en fragments de coquilles triturées.

4° $0^m,40$ de tourbe, caractérisée par de nombreux *roseaux* et par d'innombrables débris d'insectes, les uns et les autres d'une admirable conservation. Selon toutes probabilités, les *roseaux* doivent être identifiés au *roseau à balai* actuel, c'est-à-dire à l'*Arundo phragmites* L. (*Phragmites communis* Trin.). Beaucoup de tiges pourvues de racines sont restées debout; il n'est pas rare d'en rencontrer plusieurs qui sont encore attachées à la même touffe de racines traçantes. Ces *roseaux* ont vécu en place.

Les débris d'insectes sont tellement répandus, qu'il est pour ainsi dire impossible de diviser un échantillon de tourbe, sans les faire apparaître en grand nombre. Ce sont surtout des élytres de *Coléoptères,* des thorax et des abdomens isolés ou soudés.

La tourbe caractérisée par les *roseaux* et les insectes est un produit de marécages.

5° $0^m,15$ de sables marins identiques à ceux de l'horizon n° 3.

6° Au-dessous des sables, on trouve une nouvelle couche de tourbe épaisse de $0^m,55$ et qui se décompose en deux niveaux.

La partie supérieure est un amas de débris végétaux empilés, posés à plat, comprimés, fortement serrés les uns contre les autres. Ce sont des branches cassées et

brindilles, toujours munies de leur écorce, associées à des écorces détachées. Le bois est généralement bien conservé; le tissu ligneux n'est même pas désorganisé lorsque les morceaux de bois ont subi une notable réduction de volume. Cet état de conservation est l'indice d'un enfouissement rapide.

Les branches et les écorces appartiennent à plusieurs essences. Le *bouleau* paraît dominer. L'existence du *peuplier* est presque certaine. Le *houx*, le *hêtre*, le *noisetier* y sont représentés. D'autres espèces indéterminées y ont laissé quelques fruits. Des traces de *moisissures* ont été relevées sur des écorces. A tous ces débris il faut ajouter des ailes d'insectes très clairsemées.

7° Vers le milieu du banc de tourbe, des *roseaux* apparaissent; ils se multiplient rapidement vers la profondeur et finissent par constituer une nouvelle couche à *roseaux*. Des dépouilles d'insectes y figurent encore, mais en petit nombre.

8° Sables compacts, traversés par de nombreuses radicelles et explorés sur 10^{cm} seulement; je les considère provisoirement comme un sédiment d'eau douce.

La coupe précédente permet de retracer la succession des événements qui ont affecté la région de Plougasnou-Primel à une époque récente.

Les sables inférieurs ont servi de fond à un marais où vivaient de nombreux *roseaux*. Il s'est formé un premier niveau de tourbe que je désignerai sous le nom de *banc inférieur à roseaux*. Une crue importante introduit dans le marais une grande quantité de bois flotté qui donne naissance à une tourbe exclusivement constituée par des éléments de transport. La mer envahit les tourbières et couvre de sables le bois flotté. Elle se retire, et un nouveau marais se forme; le *banc supérieur à roseaux* prend naissance. Une nouvelle submersion se produit; la mer laisse encore des sables comme témoins de son invasion. Un régime continental s'établit après son retrait et sur le même emplacement se dresse une forêt. Une nouvelle avancée de la mer ramène encore une fois le régime marin. Cette remarquable succession nous conduit à l'époque actuelle, caractérisée par l'affleurement à mer basse de l'ancien sol forestier, dans les rares points où il n'a pas encore été ensablé.

Le phénomène de dépôt des débris végétaux qui ont donné naissance aux différentes tourbes revêt une grande variété. La coupe montre des sables marins alternant avec des couches de tourbe formées :

1° Par une végétation de marais (niveaux 3 et 7);

2° Par du bois flotté (niveau 6);

3° Par des plantes arborescentes dont il reste des souches et tiges, attestant l'existence d'une forêt détruite sur place (niveau 2).

Les conditions de formation des tourbes de Plougasnou-Primel ne sont pas sans analogie avec celles de la houille. Elles se ramènent au fond à

deux principales : *Les tourbes représentent tantôt un produit de flottage, c'est-à-dire une véritable alluvion végétale, tantôt une formation engendrée sur place, par une végétation développée* in situ.

La surface restreinte que j'ai explorée ne m'a pas fourni les éléments d'une chronologie des différentes formations traversées. Les phénomènes dont j'ai brièvement retracé l'enchaînement s'encadrent, selon toute vraisemblance, dans la série des déplacements de lignes de rivages qui s'échelonnent entre l'époque préhistorique comprise et le début de l'ère chrétienne.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une trombe de très petites dimensions.* Note de M. **M. Luizet**, présentée par M. Mascart.

Dans l'après-midi du 6 janvier dernier, après plusieurs journées caractérisées par un vent du Sud assez fort et une température supérieure à la normale, une trombe, intéressante surtout par ses faibles dimensions, a atteint l'usine à gaz située sur la rive gauche de la Saône, dans la presqu'île de Perrache, au pied de la colline de Sainte-Foy.

M. Craponne, ingénieur principal de la Compagnie du gaz, qui nous a signalé ce météore, a eu l'obligeance de nous en remettre une description détaillée, que j'ai vérifiée sur place et dont voici les passages les plus saillants :

« Vers $3^h 35^m$ du soir, 10 minutes environ après une faible chute de grêle, précédée elle-même d'un coup de tonnerre, un coup de vent formidable et subit a produit une nuit de poussière sur tout le quai Rambaud, dans les cours de l'usine à gaz, sur le cours Bayard et l'on a entendu aussitôt une véritable grêle de sable, de gravier, de brindilles de bois taper dans les fenêtres avec une violence telle que chacun de nous a cru à l'explosion de quelque chaudière, ou à un accident de cet ordre. Ce coup de vent n'a duré que 5 ou 6 secondes tout au plus, mais il a suffi pour commettre de grands dégâts dans un espace relativement restreint et bien déterminé. »

Les premiers effets de cette trombe se sont fait sentir sur la Saône elle-même, qui coule en cet endroit du NNE au SSW : « Un bateau-ponton, amarré au quai Rambaud, a eu plusieurs feuilles de zinc de sa toiture arrachées. Tout à côté, sur une largeur de 30^m environ, les arbres du quai ont été violemment attaqués et l'un des plus beaux platanes a été complètement déraciné; ses voisins immédiats ont été tellement ébranlés qu'on pouvait voir dans le sol, autour de leur tronc, un espace libre de 2^{cm} et plusieurs d'entre eux ont eu de grosses branches cassées. Un peu plus loin, une maison d'habitation de l'usine, située au coin du quai Rambaud et du cours Bayard et dont les faces sont à peu près orientées WNW-ESE et NNE-SSW, a eu sa toiture d'ardoise enlevée sur les deux faces sud et ouest; un couronnement en zinc formant chéneau et constitué de plaques de plus de $0^m,80$ de largeur a été arraché et jeté sur le toit et sur le sol; en

outre une vitre de la face sud a été brisée. Des ardoises ont été lancées sur l'arsenal, situé de l'autre côté du cours Bayard, où elles ont brisé un grand nombre de carreaux de vitres et des tuiles, d'autres ont été éparpillées sur le quai sur une longueur de plus de 300^m. Un fait singulier est que l'arsenal n'a subi d'autres dégâts que ceux occasionnés par les projectiles issus de la maison dont il vient d'être question. Au delà de l'arsenal on ne trouve plus trace du phénomène dans la direction WSW-ENE qui paraît être celle de sa courte trajectoire. »

En largeur, le tourbillon est nettement limité sur la gauche par « l'empreinte qu'il » a laissée sur un trottoir du quai : en effet, à droite d'une ligne dirigée de WSW » à ENE, le trottoir était propre comme s'il avait été balayé avec soin, tandis que, à » gauche de cette ligne, il était au contraire couvert de débris de toutes sortes ». Sur la droite de la trajectoire, la limite est moins nette : quelques tuiles ont en effet été arrachées sur certains bâtiments de l'usine à gaz ; mais, dans un bureau situé à 20^m environ à l'est de la maison qui a été dégradée, se trouvait un baromètre Richard qui n'a enregistré *aucune variation* au moment de la tourmente; ce baromètre se trouvait donc en dehors de la trombe, ce qui permet d'assigner à cette dernière une largeur de 40^m au plus. Il est à remarquer que, dans l'espace où l'on constate des dégâts, on trouve, à côté de choses très résistantes qui ont été détériorées ou enlevées, des objets relativement légers, tels que des tuiles sur un mur, de jeunes arbres, des paillassons sur une serre, etc., qui n'ont été ni déplacés ni endommagés.

D'autre part, l'observatoire de Saint-Genis-Laval, situé à 6^{km} environ au sud-ouest de l'usine à gaz de Perrache, a été atteint à 3^{h}35^m par un grain orageux, caractérisé par une rotation rapide de la girouette de SSE à WNW, accompagnée d'un coup de vent de 15^m par seconde et d'une hausse barométrique brusque de 1^{mm},2. Une dizaine de minutes avant l'arrivée de ce grain, on avait entendu le tonnerre dans les régions nord.

La trombe pour ainsi dire infinitésimale (40^m de large) que nous venons de décrire paraît donc avoir pris naissance au moment où la ligne de grains quittait les sommets de la colline de Sainte-Foy pour descendre sur la presqu'île de Perrache; son énergie s'est d'ailleurs bien vite dépensée et elle n'a pas sévi sur une longueur de plus de 150^m.

M. **Jules Carvallo** adresse une *Étude de la loi des variations de la température de l'atmosphère en fonction de la hauteur.*

(Renvoi à l'examen de M. Mascart.)

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 15 janvier 1906.)

Note de M. *Lucien Graux*, Proportionnalité directe entre le point cryoscopique d'une eau minérale de la classe des bicarbonatées et la composition de cette eau exprimée en sels anhydres et en monocarbonates :

Page 166, ligne 2 en remontant, *au lieu de*

$$\frac{-0,560}{-0,350} = 1,600,$$

lisez

$$\frac{-0,560}{-0,338} = 1,630.$$

Page 167, ligne 3, *au lieu de* $5^{g},832$, *lisez* $5^{g},982$.

Même page, ligne 6, *au lieu de* $\frac{9}{5,832} = 1,540$, *lisez* $\frac{9}{5,982} = 1,671$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 FÉVRIER 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ARCHÉOLOGIE. — *Recherches sur quelques métaux et minerais trouvés dans les fouilles du Tell de l'Acropole de Suse, en Perse;* par MM. **Berthelot** et **G. André.**

M. de Morgan nous a priés d'examiner divers objets métalliques et minéraux provenant de ses fouilles en Perse, dans la partie de Suse désignée sous le nom de *Tell de l'Acropole*. Cet acropole a été successivement occupé par les Élamites, les Achéménides, les Parthes, les Sassanides et les Arabes. Les objets qui nous ont été remis proviennent surtout des couches profondes de l'époque Élamite (antérieure à 750 av. J.-C.), sans que leur origine toutefois puisse être absolument garantie. Plusieurs ont été trouvés dans les ruines du temple du dieu Susinak (x[e] siècle avant notre ère) et l'un d'eux porte une inscription au nom d'un roi Silhak (entre 1000 et 750 av. J.-C.).

Voici le résumé des résultats de nos analyses. On remarquera particulièrement l'existence du nickel, accompagnant le cuivre dans un certain nombre de ces objets : il paraît avoir été fourni par un minéral mixte, ou par un mélange de minerais, tel que des pyrites mixtes, où le cuivre était associé à une certaine proportion de nickel. Nous n'avions rencontré jusqu'ici aucune proportion de ce métal dans les analyses que nous avons faites d'objets provenant de l'Égypte et de la Chaldée. Il y aurait lieu d'en rechercher l'origine dans les montagnes des environs de Suse.

I. — Objets d'argent.

Fragment d'un vase en argent brisé et fortement altéré par sa transformation en chlorure, qui l'a désagrégé. La forme en était circulaire, indiquée par deux rainures de la partie supérieure d'un fragment, correspondant sur cette partie à un diamètre de 4^{cm} à 5^{cm} vers l'ouverture du vase. La face intérieure a conservé son poli, en prenant une teinte noir violacé très foncée. Un autre fragment semble répondre à une partie plus basse, telle que la gorge d'un gobelet de forme conique.

Ces fragments s'écrasent facilement; mais ils se pulvérisent moins bien, en fournissant une poudre gris foncé, insoluble dans l'eau. Partie principale : chlorure d'argent.

La matière est peu homogène.

Éléments trouvés : argent, chlore, sable, or, cuivre, fer, chaux, eau.

Ni arsenic, ni acide carbonique.

Analyse d'un échantillon.

	Sur 100 parties.	
Chlore	16,98	16,72
Or	1,12	
Argent total	65,27	64,14
Cuivre	2,94	
Sable	1,44	

D'après cette analyse, il restait une certaine dose d'argent excédant celle du chlorure normal AgCl, lequel répondrait aux rapports 64,8 : 21,2.

Mais cet argent doit être considéré plutôt comme constituant le sous-chlorure connu Ag^2Cl.

Ce chlorure résulte de l'action des eaux saumâtres sur l'alliage primitif.

La dose de cuivre représenterait à peu près un cinquième du poids de l'argent et même un peu davantage, une portion du chlore étant combinée au cuivre.

La dose du cuivre a été trouvée un peu moindre dans une portion entourée de patine; sans doute à cause de l'altération plus rapide du cuivre.

On remarquera l'existence d'or notable, associé à l'argent; il correspond sans doute à l'emploi d'un minerai aurifère et à une époque antérieure au VI^e siècle avant J.-C., époque où l'on ne savait pas bien séparer l'or de l'argent.

II. — OBJETS DE CUIVRE ET DE BRONZE.

1. CALOTTE DE BRONZE en forme de cloche, formée par un des montants d'un battant de porte, avec inscription au nom du roi Silhak.

Forme générale : moitié d'un ellipsoïde allongé; hauteur 315^{mm}; profondeur 285^{mm}; diamètre extérieur à l'orifice 210^{mm}; épaisseur irrégulière 22^{mm} à 15^{mm}; poids 16^{kg},7.

Calotte préparée par le moulage grossier d'un alliage fondu.

Matière partiellement oxydée, très dure et fragile.

Éléments trouvés : étain, cuivre.

Éléments absents : plomb, zinc, arsenic.

Analyse.

	Pour 100.	
Étain	11,85	
Cuivre	85,20	85,56
	97,05	
Oxygène et divers	2,95	
	100,00	

2. — FRAGMENT DE TOMBEAU EN BRONZE DE L'ÉPOQUE ACHÉMÉNIDE.

Matière verdâtre, peu homogène à la coupe; cassante, mais difficile à pulvériser; contient des grains métalliques; coupure verte.

Elle renferme une substance organique.

Éléments trouvés : carbone, azote, eau, CO^2, chlore, sable, étain, cuivre, fer, plomb, chaux.

Éléments absents : arsenic, argent, zinc.

Traces de magnésie.

D'après l'analyse, la partie métallique était constituée par un bronze formé de :

Cuivre	82,7
Étain	13,9
Plomb	3,4
	100,0

C'est donc un bronze mixte, riche en étain et contenant du plomb.

Ce métal a été recouvert d'une peinture, probablement bitumineuse et

telle que la matière brute analysée renfermait en plus 2,14 centièmes de carbone organique. Ce bronze s'est trouvé d'ailleurs en contact avec du sable, du carbonate de chaux et des eaux saumâtres, qui ont formé avec la matière organique et les métaux une patine chlorurée.

3. — FRAGMENT D'UN VASE OU COFFRET PROVENANT D'UN DOLMEN DE 7^{m},20. VADJALIK.

Fragments informes de feuillets métalliques cassés. Couleur rouge, métal oxydé à la surface. Épaisseur 0^{mm},55 à 0^{mm},45 suivant la patine. La légère courbure d'un fragment est le seul indice d'une forme régulière.

Assez résistant; coupure métallique; forte patine.

Éléments trouvés : cuivre, étain, fer.

Éléments absents : arsenic, plomb, argent, zinc.

Traces de nickel, de silice, de chaux.

Analyse.

Étain	8,45	8,60
Cuivre	89,46	
Fer	0,53	
	98,44	
Divers	1,56	

C'est un bronze, dans lequel le rapport du cuivre à l'étain est à peu près normal. La présence d'un peu de fer est à remarquer.

4. — FRAGMENT MÉTALLIQUE PROVENANT DES FOUILLES DE SUSE.

Analyse.

	Pour 100.	
Cuivre	67,79	67,59
Oxyde de nickel	2,30	2,43
Oxyde de fer	2,59	
Chlore	9,36	
Silice	4,21	
	86,25	
Oxygène et divers	13,75	

L'alliage primitif a été attaqué lentement par des eaux saumâtres. Il est remarquable par la proportion de nickel et de fer qu'il renferme.

5. — Fragments de vases de bronze et de plaques de bronze
(Fouilles du temple de In Susinak).

Fragments informes de grande dimension d'une plaque circulaire de 7^{cm} à 8^{cm} de rayon et d'un objet circulaire incurvé en creux, plus épais de 7^{mm} à 8^{mm} au cordon et plus bas de 2^{mm}. Patine épaisse. Quelques petits fragments cannelés.

Pulvérisation facile. Matière fortement oxydée.

Éléments trouvés : cuivre, plomb, étain, chlore, eau.

Éléments absents : argent, zinc, arsenic, acide carbonique.

Traces de nickel, de fer et de chaux.

Analyse.

	I.	II.
Étain	19,80	18,97
Cuivre	52,27	51,83
Plomb	7,04	7,37
Chlore	1,39	
Oxyde de fer	0,46	
	80,96	
Oxygène et eau, etc	19,04	
	100,00	

C'est un bronze très riche en étain et contenant du plomb.

6. — Objets de cuivre provenant des fouilles de Suse.

Leur composition varie depuis le cuivre sensiblement pur (oxydé à la surface) représenté par *a*, *b*, *c*, *d*, et des bronzes divers :

(*a*). Fil de bronze, provenant du temple de In Susinak.
Clous provenant du temple de In Susinak.

(*b*). Cuivre presque pur. — (*c*). De même, sans étain.

(*d*). Bronze riche en étain :

Cu	77,2
Sn	16,1
Patine oxygénée	6,7

(*e*). 3 anneaux, l'un constitué par du fer, avec petite quantité de cuivre, un autre par du cuivre à peu près pur, un troisième renfermant :

Cu	89,8
Sn	5,7
Fe	0,9
Ni	trace

(*f*). Petite pelle à manche plein :

Cu	98,7
Sn	0,3
Ni	0,3
Fe	0,2

C'est du cuivre presque pur, mais associé avec un peu d'étain et de nickel.

(*g*). Le cuivre forme aussi presque exclusivement : un objet semblable à une mèche de vilebrequin; et une tige métallique.

(*h*). Pied de statuette (?) brisé :

Cu	98,6
Sn	1,0
Fe	0,3
Ni	traces

(*i*). Lame irrégulière :

Cu	74,5
Sn	10,3
Fe	0,15
Ni	traces

On voit que les proportions relatives du cuivre et de l'étain varient extrêmement, comme si la formule réguliére du bronze n'avait été encore fixée pour les plus anciens de ces objets.

7. — Pointe de javelot.

Forme extérieure conique, avec cavité intérieure de même forme.

Longueur	50^{mm}
Diamètre de la tranche supérieure	13^{mm}
Épaisseur	$3^{mm},1$ à $3^{mm},8$
Poids	$16^{g},5$

Surface rugueuse, métal oxydé incomplètement; 3 rainures ou fentes peu symétriques, allant presque jusqu'à l'extrémité.

Patine de teinte grise, cassure oxydée terne (friable).

Analyse.

Sn	11,4
Cu	67,3
Fe	traces

L'existence d'une pointe d'arme en cuivre dénote une époque ancienne; le fer n'ayant pas tardé à remplacer le cuivre dans la fabrication des armes dans les temps historiques proprement dits.

D'après son aspect, cette pointe semble avoir été fabriquée en tordant violemment une lame de 3^{mm} à 4^{mm} d'épaisseur. La torsion a eu pour effet de développer 3 fissures de la base au sommet, convergeant vers le même point que la jonction des deux extrémités de la lame tordue.

Cette pointe de javelot n'a donc pas été fabriquée par moulage, mais par la torsion d'une lame de bronze; ce qui semble représenter une grande antiquité, la pratique du moulage ayant dû se répandre de bonne heure.

III. — Objets de plomb.

1. Cuboïde métallique : trois dimensions, 25^{mm}; 23^{mm}; 20^{mm}; arêtes mousses.

Au centre d'une des six faces, enfoncement circulaire (trace de support?)

Plomb pur industriellement.

2. Litharge fondue avec de la craie et un peu de sable.

Prisme de couleur ocreuse, très lourd. Matière facile à pulvériser, à cassure conchoïdale. Soluble, avec faible résidu, dans l'acide nitrique faible.

Analyse.

	Pour 100.	
Plomb	74,68	74,29
Silice	2,35	2,67
Oxyde de fer	1,27	0,98
Chaux	2,89	3,12
Chlore	1,96	
CO^2	4,99	
Eau	1,31 (à 110°)	
Magnésie	0,51	
	89,96	
Oxygène et divers	10,04	

3. Silicate de plomb, de cuivre et de fer. — Très lourd, aspect gris et verdâtre sur quelques points; cassure d'un gris bleu, pulvérisation facile, poudre grise. Se dissout incomplètement dans l'acide nitrique; fond par la chaleur en une substance bleu foncé à chaud.

Analyse.

	Pour 100.
Cuivre	7,36
Plomb	55,37
Silice	12,03
Chaux	4,77
CO^2	3,91
Eau	1,51
Oxyde de fer	4,26
Chlore	1,08
	90,29

Les numéros 2 et 3 se rapportaient à quelque fabrication industrielle, peut-être céramique.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Propagation du mouvement autour d'un centre dans un milieu élastique, homogène et isotrope : étude de l'onde corrélative aux variations de densité.* Note de M. **J. Boussinesq.**

I. Depuis le célèbre Mémoire de Poisson, du 11 octobre 1830, *Sur la propagation du mouvement dans les milieux élastiques* (*Mémoires de l'Académie*, t. X), tous les physiciens géomètres savent qu'une rupture instantanée quelconque de l'équilibre, produite au sein d'un milieu élastique et isotrope indéfini, dans une sphère d'un petit rayon ε, dite *région d'ébranlement,* donne naissance à deux ondes sphériques, ayant leur centre commun au centre de cette région, comme épaisseur son diamètre 2ε, enfin, comme rayon moyen, uniformément croissant, le produit, par le temps écoulé t, d'une vitesse de propagation A ou a, propre à chacune des deux ondes et fonction des propriétés mécaniques du milieu. Dans la première de ces ondes, à vitesse A, les petits déplacements ξ, η, ζ des particules élastiques se font sans rotations moyennes, mais avec *dilatations* (ou contractions) *cubiques* θ; dans l'autre, au contraire, à vitesse a, ils ont lieu avec rotations moyennes, mais sans changement de la densité. Aux distances R du centre (choisi comme origine des coordonnées) très grandes par rapport

à ε, et le long d'un même rayon vecteur émané de l'origine, les déplacements ξ, η, ζ égalent, dans les deux ondes, les quotients de certaines fonctions finies de $\mathrm{A}t - \mathrm{R}$ ou de $at - \mathrm{R}$ par ces distances R; mais, tandis qu'ils sont, dans la première, *longitudinaux*, ou à résultante dirigée suivant le rayon vecteur, comme on le savait depuis longtemps pour les ondes des fluides élastiques, ils se trouvent, dans la seconde, *transversaux*, c'est-à-dire partout perpendiculaires aux rayons ou tangents aux surfaces d'onde, conformément à la prévision que Fresnel avait formulée quelques années auparavant pour les ondes de l'éther.

Or, vers la même année 1830, Ostrogradsky, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, donnait aux intégrales du problème une forme assez simple, au moins dans le cas où aucune *impulsion* (ou vitesse initiale) n'accompagne les déplacements initiaux, et il en déduisait que l'onde, à l'époque t, s'étend aux distances R de l'origine comprises entre la plus grande et la plus petite des deux limites $\mathrm{A}t \pm \varepsilon$, $at \pm \varepsilon$, occupant ainsi, avec les deux ondes de Poisson dont Ostrogradsky ne fait pas le départ, toutes les couches sphériques intermédiaires du milieu.

Je me propose de montrer ici qu'effectivement l'état naturel ne se trouve pas tout à fait rétabli dans l'intervalle des deux ondes de Poisson, que les particules s'y meuvent *uniformément en sens divers*, mais avec déplacements de l'ordre de petitesse de $\frac{1}{\mathrm{R}^2}$ et vitesses de l'ordre de $\frac{1}{\mathrm{R}^3}$ seulement, celles-ci s'annulant même quand il n'y avait pas d'impulsion initiale, cas où ces déplacements, invariables en chaque point, passent à l'ordre de $\frac{1}{\mathrm{R}^3}$ ou ne sont comparables qu'au cube des ξ, η, ζ produits dans la plus lente des deux ondes respectives.

Une faible agitation doit donc régner, en général, au sein des milieux solides, homogènes, mais hétérotropes, dans les intervalles d'épaisseur croissante séparant les ondes issues d'un même ébranlement local et animées de vitesses de propagation distinctes.

II. Les équations indéfinies des petits mouvements, pour le milieu élastique isotrope, sont, comme on sait, avec deux constantes spécifiques A, a (racines carrées positives des quotients de $\lambda + 2\mu$, μ par la densité),

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2(\xi,\eta,\zeta)}{dt^2} - a^2\Delta_2(\xi,\eta,\zeta) = (\mathrm{A}^2 - a^2)\dfrac{d\theta}{d(x,y,z)}, \\ \text{où} \\ \qquad \theta = \dfrac{d\xi}{dx} + \dfrac{d\eta}{dy} + \dfrac{d\zeta}{dz}. \end{cases}$$

Il faut y joindre, comme conditions d'*état initial*, que, pour $t = 0$, ξ, η, ζ et $\frac{d(\xi, \eta, \zeta)}{dt}$ se réduisent à six fonctions de x, y, z, nulles hors de la petite sphère d'ébranlement, mais données *arbitrairement* dans cette sphère, sauf les conditions de continuité en x, y, z nécessaires, même à l'instant $t = 0$, pour que les équations (1) aient un sens.

Les trois inconnues ne sont pas séparées dans le système (1). Mais si l'on peut déterminer préalablement la dilatation cubique θ, les seconds membres de (1) deviendront des fonctions explicites de x, y, z, t; et l'on aura, pour chaque déplacement ξ, η, ζ, une équation linéaire à second membre, dont l'intégrale générale comprendra, avec une intégrale particulière, l'intégrale générale de la même équation prise sans second membre ou, dès lors, identique *à l'équation du son* qu'on sait intégrer.

III. Or, les équations (1), différentiées en x, y, z et ajoutées, donnent, comme on sait,

$$(2) \qquad \frac{d^2\theta}{dt^2} = A^2 \Delta_2 \theta.$$

D'ailleurs, les valeurs initiales de θ et de sa dérivée première en t, nulles hors de la sphère d'ébranlement, sont, dans cette sphère, deux fonctions connues, $f(x, y, z)$, $F(x, y, z)$, sommes des dérivées respectives en x, y, z des trois déplacements initiaux donnés ξ_0, η_0, ζ_0 et des trois vitesses initiales analogues, également données. L'expression de θ, que nous écrirons explicitement $\theta(x, y, z, t)$, sera donc, d'après l'intégrale classique de Poisson, écrite en employant la notation simple des *potentiels sphériques*,

$$(3) \quad \theta(x, y, z, t) = \frac{1}{4\pi A^2} \frac{d}{dt} \int_\sigma \frac{f(x_1, y_1, z_1)\, d\sigma}{t} + \frac{1}{4\pi A^2} \int_\sigma \frac{F(x_1, y_1, z_1)\, d\sigma}{t}:$$

σ y désigne la surface, $4\pi r^2$ ou $4\pi A^2 t^2$, de la sphère, d'un rayon r égal à At, décrite autour du point quelconque (x, y, z) comme centre; $d\sigma$ est un quelconque de ses éléments, à coordonnées (x_1, y_1, z_1); et $\int_\sigma$ désigne des intégrales étendues à toute la sphère, mais réductibles, grâce aux fonctions $f(x_1, y_1, z_1)$, $F(x_1, y_1, z_1)$, à leurs éléments concernant les parties de la sphère situées dans la région des ébranlements.

Il en résulte, comme on sait, que l'onde constituée par les dilatations cubiques θ s'étend, à l'époque t, sur l'épaisseur 2ε, aux distances R de l'origine comprises entre $At - \varepsilon$ et $At + \varepsilon$, se propageant ainsi avec la vitesse A.

IV. Pour les points (x, y, z) situés, *sur un même rayon vecteur*, à des

distances R très grandes par rapport à ε, les sphères $4\pi r^2$ n'ont de commun avec la région d'ébranlement que de petites calottes, presque indiscernables des sections planes de celle-ci normales au rayon vecteur considéré et définies par leur distance δ à l'origine. Enfin cette distance δ est variable, elle-même, de $-\varepsilon$ à ε pour r croissant de $R-\varepsilon$ à $R+\varepsilon$. Dès lors, si l'on appelle $\psi(\delta)$, $\Psi(\delta)$ les deux intégrales

$$\int_\sigma f(x_1, y_1, z_1)\,d\sigma, \qquad \int_\sigma F(x_1, y_1, z_1)\,d\sigma,$$

évaluées pour l'orientation effective du rayon vecteur et nulles hors des limites $\delta = \mp\varepsilon$, il vient, sauf erreur comparable à $\left(\frac{\varepsilon}{R}\right)^2$,

$$(4)\qquad \begin{cases} \left(\text{pour } \frac{R}{\varepsilon} \text{ très grand}\right) \\ \theta(x, y, z, t) = \dfrac{A\psi'(\delta) + \Psi(\delta)}{4\pi AR}, \qquad \text{où} \qquad \delta = At - R. \end{cases}$$

Les fonctions ψ, Ψ changent, d'un point à l'autre, très vite avec δ, mais lentement avec l'orientation du rayon vecteur, comme le fait celle-ci elle-même. Enfin, l'on déduit aisément de l'équation (2), et du fait de l'annulation initiale tant des déplacements ξ, η, ζ que des vitesses $\frac{d(\xi, \eta, \zeta)}{dt}$ hors de la sphère d'ébranlement, les annulations continues de l'intégrale $\int\theta(x, y, z, t)\,d\varpi$ étendue à tout l'espace (appelé ϖ) et, par suite, des valeurs moyennes de θ et de sa dérivée en t, dans la région sans cesse finie où ces fonctions diffèrent de zéro. D'où il suit, en particulier, que $\psi(\delta)$ et $\Psi(\delta)$ ont, entre les limites $\delta = \mp\varepsilon$, leurs valeurs moyennes nulles, et que θ s'annule aussi, *en moyenne*, d'après (4), soit sur chaque normale 2ε commune aux deux faces interne et externe de l'onde sphérique des dilatations θ, soit en chaque point (x, y, z) pendant que l'onde y passe.

V. Formons maintenant au système (1) une intégrale particulière (ξ_1, η_1, ζ_1) aussi simple que possible, c'est-à-dire s'annulant à l'infini comme ξ, η, ζ, n'impliquant aucune rotation moyenne et où ξ_1, η_1, ζ_1, *dès lors* dérivées partielles en x, y, z d'une même fonction Φ de x, y, z, t, correspondent à une dilatation cubique, $\Delta_2\Phi$, identique à la vraie $\theta(x, y, z, t)$. On connaît donc les trois paramètres différentiels $\Delta_2(\xi_1, \eta_1, \zeta_1)$, dérivées respectives en x, y, z de $\theta(x, y, z, t)$; et ξ_1, η_1, ζ_1, d'ailleurs nuls à l'infini, se trouvent complètement déterminés. Il en est, par suite, de même de Φ,

abstraction faite d'un terme arbitraire fonction de t seul; et, d'après le théorème de Poisson, l'on a pour Φ le potentiel newtonien

$$(5) \qquad \Phi = -\frac{1}{4\pi}\int_{\varpi}\frac{\theta(x_1, y_1, z_1, t)\,d\varpi}{r},$$

où ϖ désigne soit tout l'espace, à coordonnées x_1, y_1, z_1 pour son élément $d\varpi$, soit seulement l'espace, sans cesse borné, dans lequel θ diffère de zéro, et où enfin r est la distance du *point potentié* (x, y, z) à l'élément $d\varpi$ de cet espace. On déduit aisément de là et de (2)

$$(6) \qquad \frac{d^2\Phi}{dt^2} = -\frac{1}{4\pi}\int_{\varpi}\frac{A^2\Delta_2\theta(x_1, y_1, z_1, t)}{r}\,d\varpi = A^2\Delta_2\Phi = A^2\theta(x, y, z, t),$$

relations permettant de reconnaître, d'une part, que les dérivées de Φ en x, y, z vérifient bien le système (1), d'autre part, que le potentiel Φ est, *en chaque point* (x, y, z), *fonction linéaire de t avant* que l'onde des dilatations cubiques θ ait atteint ce point et *après* qu'elle l'a dépassé. Or, dans ce dernier cas, il est assez facile de voir, en faisant grandir indéfiniment t au second membre de (4), que l'expression (5) de Φ tend vers zéro. Donc, *dans le système des déplacements* ξ_1, η_1, ζ_1 *producteurs, sans rotation moyenne, des dilatations cubiques effectives, le repos et l'état naturel se trouvent pleinement rétablis à l'arrière de l'onde même des dilatations cubiques* θ.

Mais *il n'en est généralement pas de même à l'avant de cette onde,* où Φ, fonction linéaire de t, a visiblement, d'après l'état initial, la valeur $\Phi_0 + \Pi_0 t$, si l'on pose

$$(7) \qquad \Phi_0 = -\frac{1}{4\pi}\int_{\varpi}\frac{f(x_1, y_1, z_1)\,d\varpi}{r}, \qquad \Pi_0 = -\frac{1}{4\pi}\int_{\varpi}\frac{F(x_1, y_1, z_1)\,d\varpi}{r},$$

intégrales qui, aux grandes distances R de l'origine, sont de l'ordre de l'inverse de R^2, vu l'annulation des valeurs moyennes de f et de F dans la région d'ébranlement. Par suite, les déplacements ξ_1, η_1, ζ_1, dérivées de Φ en x, y, z, sont des fonctions linéaires de t ayant leurs coefficients comparables à l'inverse de R^3. On voit que, même à l'approche de l'onde des dilatations cubiques, c'est-à-dire alors que At devient très grand comme R, ces déplacements sont encore aussi petits que l'inverse de R^2 et négligeables à côté de ceux qu'apporte cette onde, de l'ordre de $\frac{1}{R}$, et qu'il nous reste à considérer.

VI. A cet effet, les premier et dernier membres de (6), intégrés deux

fois en t, *sur place*, soit à partir de $t = 0$, soit, plus simplement, en reculant depuis t infini (où Φ s'annule), donnent, après substitution à θ de sa valeur approchée (4),

$$(8)\quad \left\{ \begin{array}{l} \text{(pour } \frac{R}{\varepsilon} \text{ très grand)} \\ \Phi = \frac{1}{4\pi R}\left[\int_{\varepsilon}^{At-R} \frac{A\psi(\delta) - \delta\Psi(\delta)}{A} d\delta + \frac{At-R}{A}\int_{\varepsilon}^{At-R} \Psi(\delta) d\delta\right], \end{array} \right.$$

expression ayant, entre les limites $At - R = \pm \varepsilon$, sa dérivée en t très simple, de l'ordre de son premier facteur ou de l'inverse de R. Cette fonction Φ varie *rapidement* avec la différence $\delta = At - R$ et, en outre, *lentement* avec les coordonnées x, y, z de l'extrémité du long rayon vecteur R émané de l'origine. Ses dérivées ξ_1, η_1, ζ_1 en x, y, z s'obtenant donc très sensiblement par la variation de δ seul, il est clair que les déplacements ξ_1, η_1, ζ_1 seront les produits de $-\frac{1}{A}\frac{d\Phi}{dt}$ par les trois dérivées de R en x, y, z, cosinus directeurs du rayon vecteur R. Le déplacement (ξ_1, η_1, ζ_1) *résultant* est donc *longitudinal* et comparable à l'inverse de R.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur quelques difficultés que présente le dosage de l'oxyde de carbone dans les mélanges gazeux.* Note de MM. **Armand Gautier** et **Clausmann**.

On sait aujourd'hui retrouver et doser de très faibles proportions d'oxyde de carbone mélangées à l'air et à d'autres gaz. L'un de nous a montré qu'à la dilution du cent-millième, et aux dilutions plus grandes encore, l'oxyde de carbone est oxydé jusqu'à sa dernière trace en circulant à 65°-70° sur de l'anhydride iodique dont il met l'iode en liberté (1). Il est facile de doser ensuite cet iode soit en le faisant passer à l'état d'iodure de cuivre ou d'argent, soit colorimétriquement (2). A des dilutions moindres, quand l'oxyde de carbone se trouve à l'exclusion d'autres gaz combustibles, mélangé à l'air aux doses de un millième à un centième, on peut le doser encore assez exactement à l'aide du grisoumètre. Mais le problème se complique

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 793, 931, 1299 et 871; *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXII, p. 26 et 73.

(2) A ces dilutions extrêmes, de tous les gaz combustibles, y compris l'acétylène, l'oxyde de carbone est seul oxydé (A. Gautier; Albert-Lévy et Pécoul).

quand ce corps est mélangé en proportions plus notables à divers gaz, combustibles ou non, tels que l'éthylène, le méthane, l'azote, l'hydrogène, l'oxygène, etc.

Dans les cas où un mélange gazeux contient plusieurs centièmes d'oxyde de carbone, après avoir enlevé l'acide carbonique par la potasse, les gaz non saturés par le brome, et l'oxygène, s'il y a lieu, par le pyrogallol, on absorbe généralement l'oxyde de carbone par agitation avec un excès de chlorure cuivreux en solution chlorhydrique; on lave à l'eau le gaz résiduel; on mesure le volume disparu et l'on continue l'analyse par les méthodes classiques. Mais cette manière de faire est passible d'incertitudes et d'erreurs dont les principales sont : *a*, que le chlorure cuivreux, même employé en excès, n'absorbe pas la totalité de l'oxyde de carbone; *b*, que l'oxyde de carbone primitif (ou celui qu'a laissé indissous le protochlorure de cuivre), lorsqu'il est étendu d'autres gaz inertes ou combustibles, ou de gaz tonnant, ne brûle pas en entier par explosion à l'eudiomètre, même en présence d'un excès d'oxygène; *c*, que si le gaz est mélangé d'air, ou d'oxygène et d'azote, le pyrogallol, lorsqu'il est employé, augmente toujours légèrement la proportion de l'oxyde de carbone présent; tandis que l'azote est toujours faiblement oxydé et disparaît en partie par explosion. Les expériences suivantes montrent la réalité de ces causes d'erreur.

A. *Mélange d'hydrogène et d'oxyde de carbone purs* (1). — On a fait le mélange :

$$CO = 38,07, \qquad H = 61,93.$$

Il a été divisé en deux parts α et β. La première α fut traitée par le chlorure cuivreux entièrement incolore; la seconde β par le chlorure cuivreux intentionnellement oxydé et bruni à l'air (2). On employait dans les deux cas deux fois la quantité de

(1) L'hydrogène pur a été préparé en faisant passer sous une cloche placée sur le mercure de l'eau bouillie acidulée, puis de l'amalgame de sodium à 3 pour 100. On lavait ensuite le gaz à la potasse.

Pour obtenir l'oxyde de carbone à l'état tout à fait pur, on faisait passer sous une cloche remplie de mercure la liqueur acide chargée de la combinaison de ce gaz avec le chlorure cuivreux, et l'on décomposait cette combinaison en introduisant ensuite sous cette cloche une solution de potasse bouillie.

On s'est assuré que les gaz ainsi formés étaient entièrement purs.

(2) Nous avons pensé que le chlorure cuivreux plus ou moins oxydé à l'air pouvait peut-être se réduire par l'oxyde de carbone et donner ainsi un peu d'acide carbonique. Nos expériences démontrent que cette cause d'erreur est nulle ou tout à fait minime. De l'oxyde de carbone laissé plusieurs jours avec un volume d'air connu et du sous-chlorure de cuivre bruni n'a pas donné d'acide carbonique.

solution de chlorure cuivreux nécessaire pour absorber la totalité de l'oxyde de carbone; après lavage à l'eau du résidu gazeux, on mesurait par la diminution des volumes : *a*, la quantité de gaz oxyde de carbone disparu; on dosait ensuite en introduisant de l'eau de baryte dans la cloche graduée, le volume *b* d'acide carbonique qui pouvait s'être formé grâce à l'oxydation due au réactif cuivreux. Après enlèvement de la baryte, on ajoutait au gaz résiduel un petit excès d'oxygène et l'on faisait détoner à l'eudiomètre. On mesurait la contraction puis le volume *c* du CO^2 répondant à la combustion du volume égal de CO non absorbé primitivement par le chlorure cuivreux. Voici les résultats obtenus :

	α.		β.	
a. CO enlevé par Cu^2Cl^2	36,45	CO total 37,75	36,89	CO total 37,86
b. CO^2 formé par oxydation due à Cu^2Cl^2	trace		trace	
c. CO^2 répondant à l'oxydation de CO non enlevé par Cu^2Cl^2	1,30		0,97	
H	61,96		61,89	
	99,71		99,75	

On voit que l'hydrogène est exact; mais l'oxyde de carbone est en déficit de 0,32 à 0,21 pour 100. Ce déficit s'explique par ce fait que l'oxyde de carbone qui reste après lavage au protochlorure de cuivre, lorsqu'il n'est mélangé qu'en petite quantité (1,5 à 0,5 pour 100) aux gaz combustibles, en particulier à l'hydrogène, ne brûle jamais entièrement, même en présence d'un excès modéré ou non d'oxygène.

On remarquera combien serait plus grande l'erreur de dosage de l'oxyde de carbone calculé, si l'on se bornait à enlever ce gaz par un simple lavage au chlorure cuivreux. Un second lavage diminue l'erreur, mais ne la fait pas encore disparaître complètement, comme on le verra.

B. *Mélange d'hydrogène et d'oxyde de carbone* (CO = 7,5 pour 100). — On fait le mélange :

$$CO = 7,5; \qquad H = 92,5.$$

L'analyse faite dans les mêmes conditions que ci-dessus a donné :

a. CO enlevé par Cu^2Cl^2	6,19	CO total 6,63
b. CO^2 dû à l'oxydation par le réactif	nul	
c. CO^2, après explosion, répondant à CO non enlevé par Cu^2Cl^2	0,44	
H	92,37	
	99,00	

On voit que le dosage de l'oxyde de carbone est encore plus incorrect dans ce cas; à mesure que la quantité relative de ce gaz diminue dans le mélange son absorption par Cu^2Cl^2 est plus difficile. Après l'explosion à l'eudiomètre, la quantité de l'oxyde de carbone non oxydée augmente aussi

en raison de la plus grande dilution de cet oxyde résiduel dans l'hydrogène qu'il accompagne [1] et malgré l'excès d'oxygène employé.

C. *Mélanges d'oxyde de carbone et d'air.* — On a fait les mélanges suivants :

		α.	β.
		vol	vol
	CO	21,02	9,43
Air	Azote	62,48	71,59
Air	Oxygène	15,50	18,98

Après avoir enlevé l'oxygène par le pyrogallol, et l'oxyde de carbone *a* par *deux agitations successives* avec le chlorure cuivreux acide, puis lavage à l'eau, on détermina : *b* le CO^2 qui pouvait répondre à l'oxydation due au réactif, et *c* le CO^2 répondant à la combustion du CO non enlevé par le chlorure cuivreux. On trouva :

	Cas α.		Cas β.	
a. CO	20,35	CO total 20,35	8,40	CO total 8,63
b. CO^2 (d'oxydation)	trace		trace	
c. CO^2 (d'explosion)	trace		0,23	
Azote restant [2]	62,77		71,99	
Oxygène	16,37		18,82	
	99,49		99,44	

On voit encore ici que, non seulement le CO trouvé est en déficit dans les deux cas (*perte* = 0,67 pour 100 dans le cas α et 0,81 pour 100 dans le cas β), mais encore que ce déficit augmente à mesure que l'oxyde de carbone est relativement moins abondant, c'est-à-dire plus étendu d'autres gaz.

D'autre part, et comme confirmation, l'azote dosé comme résidu, quoique corrigé du petit volume d'oxyde de carbone qui se formait dans les conditions de notre expérience par l'absorption de l'oxygène employé en excès, est augmenté *en apparence*, dans les deux cas, du volume de l'oxyde de carbone résiduel non brûlé à l'eudiomètre.

D. *Mélange d'oxyde de carbone, d'hydrogène et d'un peu d'air.* — On fait le mélange suivant :

	CO	32,73
	H	64,56
Air	Azote	2,16
Air	Oxygène	0,55

(1) Il y avait 1,29 de CO en 62 volumes de H dans le premier cas, et 1,31 de CO pour 92 volumes de H dans le second.

(2) Dans les deux cas α et β, l'azote resté comme résidu et l'oxyde de carbone total ont été corrigés du faible volume de CO que donnait, dans les conditions de nos expériences, l'emploi du pyrogallol.

On enlève d'abord l'oxygène par le pyrogallol; on lave ensuite deux fois successivement le mélange gazeux au protochlorure de cuivre puis à l'eau, et l'on opère comme dans le cas précédent. On trouve :

a. CO par Cu^2Cl^2	31,74	CO total
b. CO^2 (par le réactif)	nul	
c. CO^2 du CO non enlevé par Cu^2Cl^2 et brûlé à l'eudiomètre	0,49	32,23
H	65,27	
Azote	1,94	
Oxygène	0,55	
	99,99	

On voit encore ici que CO total, *a fortiori* celui qu'enlève seul le chlorure cuivreux, est trop faible (de 0,50 pour 100 environ), la partie restant indissoute malgré les deux lavages au chlorure cuivreux (1 pour 100) ne se brûlant pas complètement à l'eudiomètre. Quant à l'hydrogène, ce gaz étant calculé d'après la contraction observée (après qu'on en a distrait celle qui résulte de la combustion d'un demi-centimètre cube de CO), son volume apparent augmente parce qu'une petite quantité de l'oxygène est employée à oxyder un peu d'azote qui disparaît lui-même en partie comme nous l'avons directement constaté; il en résulte, après explosion, une contraction un peu trop grande.

E. Dans ces différents cas on trouve donc un déficit sensible d'oxyde de carbone dû à la combustion imparfaite, à l'eudiomètre, de la petite quantité d'oxyde de carbone que n'avait pas enlevée le chlorure cuivreux. Comme on le voit, deux lavages successifs avec ce réactif peuvent encore laisser jusqu'à 1 pour 100 d'oxyde de carbone dans le gaz total, et il peut en rester de 0,5 à 0,3 pour 100 après explosion à l'eudiomètre.

Les expériences suivantes démontrent ce dernier fait plus explicitement encore.

On prépare le mélange

α. CO..... 13,03 Air..... 86,97 pour 100

Ce mélange ne brûle ni à l'eudiomètre, ni directement [1], quoique la fraction *combustible* + *comburant* représente 20 pour 100 du volume total.

[1] Nous nous sommes assurés qu'un mélange de 15 volumes de CO et 85 d'air ne brûle pas directement au contact de la flamme.

Au mélange α on ajoute du gaz tonnant dans la proportion de un tiers et l'on brûle à l'eudiomètre. On trouve $CO = 12,90$ au lieu de $13,03$. Il y a donc encore ici un léger déficit.

On fait le mélange

β. CO..... 4,09 Air..... 95,91 pour 100

On l'additionne de son volume de gaz tonnant, et l'on trouve après explosion à l'eudiomètre :

$$CO = 3,65 \text{ au lieu de } 4,09.$$

On voit encore dans ces deux cas, malgré l'excès d'oxygène et de gaz tonnant ajoutés, que le gaz oxyde de carbone ne brûle qu'imparfaitement à l'eudiomètre et d'autant moins qu'il est plus étendu.

F. Il reste donc établi que les méthodes de dosage de l'oxyde de carbone mêlé à d'autres gaz combustibles, soit qu'on emploie le protochlorure de cuivre, même avec les précautions et corrections ci-dessus indiquées, soit qu'on recoure à la méthode de combustion à l'eudiomètre en présence d'un excès modéré d'oxygène, donnent toujours un léger déficit (1 à 0,3 pour 100). La perte d'oxyde de carbone par non-combustion à l'eudiomètre est d'autant plus grande que ce gaz est plus étendu et quel que soit l'excès, petit ou grand, d'oxygène.

G. L'expérience suivante est bien propre à montrer la résistance de l'oxyde de carbone à l'oxydation en présence d'autres gaz combustibles, et particulièrement d'hydrogène. On a fait le mélange suivant :

CO....... 7,34; Azote..... 73,31; O......... 19,32

A ce mélange on ajoute deux fois le volume d'hydrogène qui peut s'unir à l'oxygène présent, et l'on fait passer l'étincelle. On observe après détonation que l'oxygène a totalement disparu sous forme d'eau, mais *qu'il ne s'est pas fait une trace d'acide carbonique.* Entre ces deux corps combustibles, l'hydrogène et l'oxyde de carbone, et quoique ce dernier gaz brûle déjà à une température plus basse que l'hydrogène, l'oxygène s'est porté *exclusivement* sur le corps dont la combustion produit le plus de chaleur. C'est là une intéressante confirmation de la règle du *travail maximum.*

Il suit de ces diverses constatations que, dans un mélange d'azote ou d'air et d'oxyde de carbone, ou bien d'azote, de gaz combustibles divers et d'oxyde de carbone, on ne peut retrouver la totalité de ce dernier gaz soit par explosion en présence d'oxygène, soit par lavage au chlorure cuivreux.

Mais, après ce lavage, ou après explosion à l'eudiomètre, il sera toujours possible de doser l'oxyde de carbone résiduel en faisant circuler les gaz restants, étendus d'air ou non suivant les cas, à travers un tube à anhydride iodique chauffé à 70° qui oxyde jusqu'aux dernières traces d'oxyde de carbone et permet ainsi de le doser.

En finissant, nous ferons remarquer que, lorsque, après lavages successifs à la potasse, au brome et au chlorure cuivreux on pense avoir enlevé des mélanges gazeux la totalité des gaz non saturés, la petite quantité de gaz carbonique qu'on peut trouver alors, après explosion à l'eudiomètre, peut faire admettre à tort l'existence, dans le mélange primitif, de gaz saturés, tels que l'éthane ou le méthane, tandis que l'acide carbonique ainsi produit provient, en réalité, du résidu d'oxyde de carbone qui n'avait pu être totalement enlevé par un lavage soigné au protochlorure de cuivre.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur une inégalité importante dans l'étude des quasi-ondes de choc.* Note de M. **P. Duhem**.

Si l'on prend un volume quelconque U au sein d'une masse fluide en mouvement, on peut écrire [*Recherches sur l'Hydrodynamique*, Première partie, égalités (86) et (91); Première série, p. 30 et 32] l'égalité

$$(1) \qquad \mathrm{E}\int_s k(\rho, \mathrm{T})\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial n}ds - \mathrm{E}\int_{\mathrm{U}} \rho \mathrm{T}\frac{d\sigma(\rho, \mathrm{T})}{dt}d\varpi + 2\int_{\mathrm{U}} \mathfrak{D}\, d\varpi = 0.$$

s est ici la surface qui limite le volume U; n est la demi-normale à cette surface dirigée vers l'extérieur; $\sigma(\rho, \mathrm{T})\,dm$ est l'entropie de la masse élémentaire dm; *la quantité* $\mathfrak{D}$, qui dépend des actions de viscosité, *est essentiellement positive*.

Sur la surface S_0 qui limite d'un côté une quasi-onde de choc, prenons une aire finie quelconque A_0; par le contour de cette aire menons des normales à la surface S_0; ces normales forment une surface réglée C qui découpe sur la surface S_1 une aire finie A_1. Appliquons l'égalité (1) au volume U, qui est une quantité très petite de l'ordre de h.

Si l'on admet pour les actions de viscosité les expressions proposées par Navier, $\mathfrak{D}$ est une somme de termes; chacun de ces termes est le produit de l'un des coefficients de viscosité λ ou μ par le carré de l'une des dérivées partielles de u, v, w ou par le produit de deux de ces dérivées. $\mathfrak{D}$ est donc,

au sein de la quasi-onde, une quantité très grande de l'ordre de $\frac{1}{h}$ et $\int_U \mathfrak{D}\, d\varpi$ est une quantité finie.

Dès lors, l'égalité (1) donne l'inégalité

$$(2) \qquad \int_s k(\rho, T)\frac{\partial T}{\partial n}ds - \int_U \rho T \frac{d\sigma(\rho, T)}{dt}d\varpi < 0$$

et cette inégalité doit subsister si l'on néglige au premier membre les quantités très petites de l'ordre de h.

La première intégrale se compose de trois parties qui se rapportent respectivement aux surfaces A_0, A_1 et C. La normale à la surface C étant parallèle à la surface S_0, $\frac{\partial T}{\partial n}$ n'a point de très grandes valeurs en cette surface qui est elle-même très petite de l'ordre de h; si dS_0 est un élément de l'aire A_0 et dS_1 l'élément correspondant de l'aire A_1, la différence $(dS_1 - dS_0)$ est de l'ordre de $h\, dS_0$; *en négligeant donc les quantités très petites de l'ordre de h,* nous pouvons écrire

$$(3) \qquad \int_s k(\rho, T)\frac{\partial T}{\partial n}ds = \int_{A_0}\left[k(\rho_0, T_0)\frac{\partial T_0}{\partial n_0} + k(\rho_1, T_1)\frac{\partial T_1}{\partial n_1}\right]dS_0.$$

Selon l'égalité (5) de notre Note précédente [1] et les remarques faites il y a un instant, nous pouvons, aux quantités près de l'ordre de h, écrire

$$(4) \qquad \int_U \rho T \frac{d\sigma(\rho, T)}{dt}d\varpi = -\int_{A_0}\int_{M_0}^{M_1} \varphi \rho T \frac{\partial \sigma(\rho, T)}{\partial l}dl\, dS_0.$$

En vertu des égalités (3) et (4), l'inégalité (2) devient

$$\int_{A_0}\left[k(\rho_0, T_0)\frac{\partial T_0}{\partial n_0} + k(\rho_1, T_1)\frac{\partial T_1}{\partial n_1} + \int_{M_0}^{M_1} \varphi \rho T \frac{\partial \sigma(\rho, T)}{\partial l}dl\right]dS_0 < 0.$$

Cette inégalité doit avoir lieu quelle que soit l'aire A_0 que l'on ait découpée sur la surface S_0. On doit donc avoir, d'une manière générale, en tout point M_0 de la surface S_0,

$$(5) \qquad k(\rho_0, T_0)\frac{\partial T_0}{\partial n_0} + k(\rho_1, T_1)\frac{\partial T_1}{\partial n_1} + \int_{M_0}^{M_1} \varphi \rho T \frac{\partial \sigma(\rho, T)}{\partial l}dl < 0.$$

Si la quantité $\sigma(\rho, T)$ varie toujours dans le même sens lorsque le point M se déplace, toujours dans le même sens, de M_0 vers M_1; s'il en est de

[1] *Quelques lemmes relatifs aux quasi-ondes de choc* (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 377, séance du 12 février 1906).

même de chacune des quantités φ, ρ, T, l'inégalité (5) peut se mettre sous une forme un peu différente. Remarquons qu'une quantité comprise entre la plus grande et la plus petite valeur du produit $\varphi\rho T$ peut toujours se mettre sous la forme $\mathfrak{V}R\Theta$, $\mathfrak{V}$ étant compris entre φ_0 et φ_1, R entre ρ_0 et ρ_1, et Θ entre T_0 et T_1. L'inégalité (5) pourra alors s'écrire :

$$(6)\quad k(\rho_0, T_0)\frac{\partial T_0}{\partial n_0} + k(\rho_1, T_1)\frac{\partial T_1}{\partial n_1} + \mathfrak{V}R\Theta[\sigma(\rho_1, T_1) - \sigma(\rho_0, T_0)] < 0.$$

Les inégalités (5) et (6) sont deux formes de l'inégalité fondamentale que nous voulions obtenir.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'addition de l'acide chlorhydrique à l'oxyde d'isobutylène* $(H^3C)^2.C.CH^2$ (O en pont). Note de M. **Louis Henry**.

La substitution, dans l'oxyde d'éthylène, $H^2C - CH^2$ (O en pont), de groupements hydrocarbonés C^nH^x, tels que CH^3, C^2H^5, etc., à l'hydrogène, détermine une série de composés renfermant les systèmes oxy-bi-carbonés

$-CH-CH^2$; $>C-CH^2$; $-CH-CH-$; $>C-CH$; $>C-C<$. (O en pont)

Ces corps sont les anhydrides des glycols *continus* correspondants. Leur manière d'*être*, au point de vue physiologique et leur manière d'*agir*, au point de vue chimique, les rendent fort intéressants. Ils se distinguent par une remarquable aptitude à la combinaison directe : ils s'ajoutent aux hydracides halogénés, à l'ammoniaque et aux amines mono- et bi- substituées, aux sulfites acides, etc. et même à l'eau dans certaines conditions.

Les systèmes additionnels XX', constitués d'unités d'action chimique diverses, tels que HCl, $H.NH^2$, forment avec l'oxygène des groupements hétérogènes —OH et Cl, —OH et $-NH^2$, qui s'ajoutent à chacun des atomes de carbone du complexe oxygéné primitif $-C-C-$ (O en pont). Alors que ce complexe n'est pas symétrique, comme dans les systèmes

$-CH-CH^2$; $>C-CH^2$; $>C-CH-$. (O en pont)

La question se pose de savoir comment se répartissent ces unités d'action

chimique différentes, —OH et Cl, —OH et NH^2, etc., etc. sur ces atomes de carbone inégalement hydrogénés.

En ce qui concerne les hydracides halogénés et spécialement l'acide chlorhydrique, la question est résolue pour le plus simple de ces trois systèmes — HC — CH^2. En s'ajoutant à l'acide HCl, l'oxyde de propylène et son dérivé chloré primaire, l'épichlorhydrine, forment des composés qui sont *alcool secondaire* CH(OH) et *éther chlorhydrique primaire*

$$\begin{array}{l} H^2C{<}O{>}CH \\ \quad | \\ \quad CH^3 \end{array} \text{ d'où } \begin{array}{l} H^2CCl \\ HC(OH); \\ CH^3 \end{array} \qquad \begin{array}{l} H^2C.Cl \\ H^2C{<}O{>}CH \\ H^2CCl \end{array} \text{ d'où } \begin{array}{l} H^2C.Cl \\ HC(OH). \\ H^2C.Cl \end{array}$$

Il était intéressant de savoir ce qu'il adviendrait dans le cas d'un composé renfermant le système $>C - CH^2$ (pont O), le système dissymétrique *par excellence*, et le plus éloigné du système symétrique de l'oxyde d'éthylène primordial $H^2C - CH^2$ (pont O).

Ce système dissymétrique existe dans l'*oxyde d'isobutylène*

$$(H^3C)(H^3C){>}C - CH^2 \text{ (pont O)}. \text{ Éb. } 52^o.$$

Ce composé s'obtenant aisément aujourd'hui, je me suis proposé de résoudre cette question, en ce qui le concerne (¹).

La différence d'aptitude à l'éthérification chlorhydrique, que l'on constate d'une manière si instructive, notamment à l'étage C^4, entre le compo-

(¹) La chlorhydrine isobutylénique $(H^3C)(H^3C){>}C(OH) - CH^2Cl$ s'obtient, avec un rendement considérable, par la réaction du composé magnésien du bromure de méthyle $H^3C - Mg.Br$, sur l'acétone monochlorée $H^3C - CO - CH^2Cl$ et le chloroacétate d'éthyle $ClCH^2 - CO(OC^2H^5)$.

L'action de la potasse caustique, sèche et pulvérulente, sur cette chlorhydrine, fournit, dans les conditions les plus avantageuses, l'oxyde d'isobutylène

$$(H^3C)(H^3C){>}C - CH^2 \text{ (pont O)}. \text{ Éb. } 51^o\text{-}52^o.$$

sant $-\overset{|}{\underset{|}{C}}-OH$, alcool tertiaire du triméthylcarbinol $(H^3C)^3.C(OH)$ et le composant H^3C-OH, alcool primaire, de l'alcool isobutylique $(H^3C)^2.CH-\overset{|}{C}H^2(OH)$, m'autorisait à penser qu'il se formerait dans ces circonstances une *chlorhydrine isobutylénique*, alcool primaire de la formule $\begin{matrix}H^3C\\H^3C\end{matrix}\!\!>CCl-CH^2(OH)$.

L'expérience a confirmé cette prévision.

L'oxyde d'isobutylène se combine énergiquement et avec un dégagement de chaleur considérable à l'acide chlorhydrique, soit gazeux, soit en dissolution aqueuse *concentrée*. Il en résulte une nouvelle *chlorhydrine isobutylénique* $C^4H^8.(OH)Cl$, répondant à la formule $\begin{matrix}H^3C\\H^3C\end{matrix}\!\!>CCl-CH^2(OH)$. Je la désignerai par la lettre β pour la distinguer plus aisément, quant à son nom, de la chlorhydrine qui a servi à faire l'oxyde d'isobutylène dont elle dérive. Je désignerai cette dernière par la lettre α; elle répond à la formule $\begin{matrix}H^3C\\H^3C\end{matrix}\!\!>C(OH)-CH^2Cl$.

Comme on le devine, ces deux composés sont extérieurement à peu près identiques. Ce sont des liquides incolores, quelque peu épais, agréablement odorants, surtout le composé β, alcool primaire. Il existe cependant entre eux des différences notables au point de vue *physique* et surtout au point de vue *chimique*.

a. Au point de vue *physique* : La différence porte surtout sur la *volatilité* et la *fusibilité*.

La chlorhydrine β bout à 132°-133°, sous la pression ordinaire, donc quelques degrés plus haut que la chlorhydrine α qui bout à 126°-128° (¹).

Des rapports de volatilité presque identiques se constatent entre les deux *chloroacétines* correspondantes

$$\begin{matrix}H^3C\quad CH^3\\ \diagdown\;\diagup\\ C(O.CO.CH^3)\\ |\\ CH^2Cl\end{matrix}\quad \text{Éb. } 153^\circ\text{-}154^\circ,\qquad \begin{matrix}H^3C\quad CH^3\\ \diagdown\;\diagup\\ CCl\\ |\\ CH^2(O.CO.CH^3)\end{matrix}\quad \text{Éb. } 160^\circ\text{-}161^\circ.$$

(¹) Des différences du même genre s'observent entre les deux *chlorhydrines propyléniques*.

$$\begin{matrix}H^2CCl\\ |\\ HC-OH\\ |\\ CH^3\end{matrix}\;\text{Eb. } 126^\circ\text{-}127^\circ\qquad \begin{matrix}H^2C-OH\\ |\\ HCCl\\ |\\ CH^3\end{matrix}\;\text{Eb. } 133^\circ\text{-}134^\circ$$

Voir mon Mémoire : *Sur les dérivés propyléniques* (*Bulletin de l'Académie de Belgique*, 1903, p. 397).

On pouvait inférer de la qualité *alcool tertiaire* de la chlorhydrine α qu'elle serait plus facile à congeler et *moins fusible* que son isomère. Il en est effectivement ainsi. Refroidie dans un mélange de neige carbonique et d'éther, cette chlorhydrine

$$(CH^3)^2 - C(OH) - CH^2Cl$$

se congèle et cristallise bien en une masse fusible à — 20°.

Dans les mêmes conditions la chlorhydrine β, $(CH^3)^2 - CCl - CH^2(OH)$, est incongelable.

b. Au point de vue *chimique*. Sans recourir à l'*oxydation* qui différencie si profondément un alcool *primaire* d'avec un alcool *tertiaire*, l'acide chlorhydrique et l'acide nitrique suffisent déjà à différencier nettement ces deux chlorhydrines.

L'une et l'autre se dissolvent, à froid et provisoirement, dans l'acide chlorhydrique fumant. Mais, sous l'action d'un léger échauffement, vers 60°, la chlorhydrine α s'en sépare à l'état de *chlorure d'isobutylène*, $\begin{matrix}H_3C\\H_3C\end{matrix}\!\!>\!CCl.CH^2Cl$, Eb. 108°-109°, tandis que la chlorhydrine β, alcool primaire, en s'en séparant comme son isomère, sous forme d'une couche insoluble surnageante, réapparaît comme telle, à part une faible portion qui s'est transformée en son éther simple $> CCl - CH^2(O).CH^2.Cl.C <$.

L'action de l'acide nitrique est, à certain point de vue, plus démonstrative encore.

La chlorhydrine α se dissout dans le mélange nitro-sulfurique (¹) et y reste dissoute. La chlorhydrine β, alcool primaire, s'y dissout également pour en sortir bientôt après sous forme d'une couche huileuse surnageante, qui est son éther nitrique

$$\begin{matrix}H^3C\\H^3C\end{matrix}\!\!>\!C\,Cl.CH^2(NO^3),$$

composé très bien défini et qui s'obtient ainsi dans un état de pureté remarquable.

Le mélange oxydant des acides nitriques (²) se comporte aussi fort différemment vis-à-vis de ces deux isomères. La chlorhydrine α s'y dissout et n'en est que très faiblement attaquée à froid. La chlorhydrine β, au contraire, après s'y être dissoute, s'en sépare et, dès la température ordinaire, en est oxydée d'une manière continue, avec dégagement de vapeurs nitreuses. On peut prévoir que cette oxydation fournira de l'acide chloro-isobutyrique $\begin{matrix}H^3C\\H^3C\end{matrix}\!\!>\!C\,Cl - CO(OH)$. Mais, en ce moment, cet essai n'est pas encore terminé.

Je puis ajouter encore qu'avec la solution du nitrite sodique, en présence de H^2SO^4 étendu, la chlorhydrine β se transforme aisément en son éther nitreux, ce qui n'a pas lieu pour la chlorhydrine α. Malheureusement cet éther nitreux

$$(H^3C)^2 - CCl - CH^2(O.NO)$$

ne se laisse pas distiller convenablement.

Je mentionnerai encore la différence de stabilité que présentent ces deux composés sous l'action de la chaleur.

(¹) 2^{vol} de H^2SO^4 et 1^{vol} de HNO^3 concentré.

(²) Parties égales en poids de HNO^3 fumant et de HNO^3 commercial.

Alors que la chlorhydrine distille comme telle, sous la pression ordinaire, la chlorhydrine β qui renferme le complexe $>CCl - CH^2(OH)$ paraît subir alors une légère altération, malgré la constance de son point d'ébullition, altération qui s'accuse par un faible dégagement de HCl, d'où résulte un léger déficit dans la teneur centésimale en chlore du produit distillé.

Quoi qu'il en soit, aucun doute ne peut subsister sur l'individualité réelle et distincte de ces deux composés isobutyléniques. On aperçoit ici, une fois de plus, la différence fonctionnelle considérable que détermine dans l'atome du carbone la présence ou l'absence de l'hydrogène.

L'existence bien constatée de ces deux chlorhydrines me permettra de reprendre, dans des conditions favorables pour la résoudre enfin, la question déjà ancienne, dont je me suis occupé autrefois en 1875 et dont divers chimistes se sont occupés depuis, de la fixation de l'acide hypochloreux (HO)Cl sur l'isobutylène $\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!>\!C = CH^2$.

En terminant, je tiens à constater toute la part qui revient, au point de de vue expérimental, dans les recherches, à mon assistant, M. Auguste De Wael.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Minéralogie, en remplacement de M. *de Richthofen*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Heim	obtient.	45 suffrages
M. Walcott	»	4 »

M. **Heim** est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce la mort de M. *Arthur-François-Alphonse Bienaymé*, Correspondant de l'Académie pour la Section de Géographie et Navigation.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à présenter une liste de deux candidats à la chaire de Zoologie (Mammifères et Oiseaux) devenue vacante au Muséum d'Histoire naturelle, par suite du décès de M. *Oustalet*.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Les Tomes premier et second des *Leçons d'Algèbre et d'Analyse à l'usage des élèves des classes de Mathématiques spéciales*, par Jules Tannery. (Présentés par M. P. Painlevé.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (1906 *a*), *faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux*. Note de M. **E. Esclangon**.

Observations de la comète.

Dates. 1906.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα.	ΔⓅ.	Nombre de comparaisons.
Février 20...	*a*	8h47m8s,0	+5m54s,2	−17′33″,7	4:4
20...	*a*	9.7.39,5	+6.27,9	−16.9,3	4:4

Position moyenne de l'étoile de comparaison.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
a.....	10 Y, n° 1255 et II Y, n° 2203	7h17m33s,9	+4s,71	8°54′39″,6	−5″,0

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1906.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
Février 20..	10h47m19s,0	7h23m32s,8	+0,001	8°37′0″,9	+0,691
20..	11.7.47,1	7.23.6,5	+0,085	8.38.25,2	+0,670

La comète, relativement brillante et dépourvue de queue, présente au centre un noyau assez net d'où semble émaner la nébulosité sous forme de rayons rectilignes et serrés.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'indétermination d'une fonction d'une variable au voisinage d'une singularité transcendante.* Note de M. **Pierre Boutroux**, présentée par M. H. Poincaré.

On sait qu'au voisinage d'un point singulier transcendant, une fonction y de x peut, soit rester déterminée, soit être complètement indéterminée, soit être incomplètement indéterminée, c'est-à-dire tendre vers l'ensemble des valeurs contenues dans certaines régions du plan des y.

Considérons une fonction $y(x)$, algébroïde à l'intérieur d'un certain contour convexe C, et soit x_1 un point singulier de la fonction (isolé ou non) situé sur le contour C. Pouvons-nous dire quelle indétermination la fonction sera susceptible de présenter lorsque x tendra vers x_1 sur un chemin quelconque intérieure à C?

1° Soit la fonction $y(x)$ *uniforme* (méromorphe) à l'intérieur de C. *Si $y(x)$ devient indéterminée lorsque x tend vers x_1 sur un chemin intérieur à* C, *cette fonction prend, au voisinage de x_1, toutes les valeurs possibles, sauf deux au plus.*

En effet, on peut montrer qu'il existe au moins un segment de droite intérieur à C, et aboutissant en x_1 sur lequel y devient indéterminée. Supposons que, sur ce segment, $y(x)$ ne prenne pas la valeur ∞, mais prenne des valeurs arbitrairement grandes. Puisque $y(x)$ y est indéterminée, on peut trouver, sur le segment considéré, des points $\overline{x}$, arbitrairement voisins de x_1, jouissant des propriétés suivantes : au point $\overline{x}$, y prend une valeur a telle que $|a| < h$, h restant fixe lorsque $\overline{x}$ tend vers x_1 ; d'autre part, sur le segment $\overline{x}x_1$, ou sur une fraction finie de ce segment (par exemple les $\frac{3}{4}$), $y(x)$ prend des valeurs arbitrairement grandes.

Soient alors 0 et 1 deux nombres quelconques. Je dis qu'au voisinage de x_1, $y(x)$ devient nécessairement égale soit à 0, soit à 1. En effet, après avoir fait au besoin un changement de variable, nous pouvons supposer que le contour C tourne sa convexité du côté où la fonction y est définie. Considérons alors un cercle γ ayant pour centre un point $\overline{x}$ et passant par x_1 : $y(x)$ est holomorphe dans ce cercle, et il en résulte [1] que, si y ne prenait pas dans γ les valeurs 0 et 1, son module resterait (dans un cercle concentrique à γ et de rayon égal à $\frac{3}{4}\,\overline{x}x_1$) inférieur à une fonction finie de a, ce qui n'a pas lieu.

On observera que, étant donné que nous ne considérons la fonction $y(x)$

[1] J'ai énoncé dans les *Comptes rendus* (31 juillet 1905) cette proposition, qui avait été obtenue par M. Schottky sous une forme un peu différente.

qu'à l'intérieur d'un contour, un point singulier essentiel ne sera pas nécessairement, à notre point de vue, point d'indétermination.

2° Soit maintenant $y(x)$ *algébroïde* à l'intérieur du contour convexe c, mais non sur ce contour lui-même. Etudions y à l'intérieur d'un contour c intérieur à C, et faisons tendre c vers C. Dans ces conditions, ou bien le nombre des déterminations de $y(x)$ reste inférieur à un nombre fixe; ou bien ce nombre augmente indéfiniment.

Le premier cas se ramène au cas de l'uniformité. Dans le second cas, les branches de $y(x)$ convergent vers une ou plusieurs *fonctions-limites* Y [1] qui ne peuvent admettre pour singularités que les points-limites des singularités de $y(x)$. D'ailleurs, si un ensemble de branches de y converge vers une fonction Y le long d'un arc l, ces courbes ne cesseront pas de converger vers Y lorsqu'on prolongera l'arc l, pourvu que l'on ne rencontre aucun point-limite des singularités de y. On en conclut que la fonction $y(x)$ ne saurait tendre vers les points d'une région du plan des y, lorsque x tend vers le contour C, qu'au cas où l'ensemble des fonctions-limites $Y(x)$ tend vers les points de la même région. Ceci nous conduit aux énoncés suivants :

Premier cas : Supposons que les fonctions limites de la fonction multiforme $y(x)$ aient un nombre fini p de branches à l'intérieur du contour C; $y(x)$ *ne saurait devenir indéterminée lorsque l'on tend vers un point du contour* C *à moins de devenir complètement indéterminée.*

Si les fonctions limites ont un nombre infini de branches, mais admettent elles-mêmes des fonctions limites qui n'ont qu'un nombre fini de branches, on a encore la même proposition; et ainsi de suite.

Deuxième cas : Supposons que les fonctions limites de la fonction multiforme définie à l'intérieur du contour C, et, par suite, cette fonction elle-même, soient complètement indéterminées en un point x_0 intérieur à C : en ce cas, *la fonction y est complètement indéterminée en tout point intérieur à* C.

Troisième cas : Supposons que les fonctions limites de $y(x)$ présentent, en un point x_0 intérieur à C, une indétermination incomplète : en ce cas, *la fonction y présentera une indétermination incomplète en tout point intérieur à* C.

De l'examen de ces trois cas résulte la proposition suivante :

Soit une fonction multiforme définie à l'intérieur d'un contour C, *où elle est algébroïde, et soit x_0 un point intérieur à* C. *Si la fonction ne présente aucune*

---

(1) J'ai indiqué quelques résultats relatifs à ces fonctions dans un Mémoire publié dans les *Annales scientifiques de l'École normale supérieure* (octobre 1905).

indétermination incomplète au point x_0, elle ne saurait en présenter lorsque x tend vers le contour C sur un chemin quelconque intérieur à C.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la série de Fourier.* Note de M. **Léopold Fejér**, présentée par M. Émile Picard.

Soit $f(x)$ une fonction de la variable réelle x, dont la série de Fourier est partout convergente. Une question intéressante se pose : Est-ce que les sommes de Fourier :

$$(1) \qquad s_0, \quad s_1, \quad s_2, \quad \ldots, \quad s_n, \quad \ldots,$$

où s_n désigne la somme des $(n+1)$ premiers termes de la série de Fourier de $f(x)$, sont oscillatoires autour de la valeur de $f(x)$ pour chaque valeur de x ? En d'autres termes : Peut-on trouver une *infinité* de membres de la suite (1) qui sont, pour la valeur x, plus grands, et une infinité, qui sont plus petits que $f(x)$?

Prenons, d'une part, la fonction sans dérivée de Weierstrass :

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a^n \cos(b^n x),$$

où

$$0 < a < 1, \qquad b = \text{entier impair}, \qquad ab > 1 + \frac{3}{2}\pi.$$

Pour les arguments $x = \frac{\mu\pi}{2b^\nu}$ (μ, ν = entiers quelconques), qui sont denses dans chaque intervalle, la suite (1) n'est pas oscillatoire autour de $f(x)$. D'autre part, la série suivante, qui représente une fonction entière de x, avec la période 2π :

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a^{b^{2n}} \cos(b^n x), \qquad \text{où} \qquad 0 < a < 1, \qquad b = \text{entier impair} > 1,$$

montre la même propriété pour les mêmes valeurs de x. Mais en considérant les courbes, qui sont composées d'un nombre fini d'arcs analytiques, courbes qui se placent en quelque sorte entre les deux catégories extrêmes de fonctions mentionnées plus haut, et qui sont les plus importantes pour les applications, on trouve des circonstances entièrement différentes.

1. Pour traiter un cas déterminé et simple *prenons pour $f(x)$ un seul arc analytique, mais pour lequel $f(+0)$ et $f(2\pi-0)$ sont différents. Nous voulons démontrer que les sommes de Fourier sont oscillatoires autour de $f(x)$ pour chaque point de l'intervalle $(0, 2\pi)$, les arguments 0, π pouvant être les seuls exceptionnels.*

En effet

$$d_n(x) = s_n(x) - f(x) = \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} \frac{f(\alpha)-f(x)}{2\sin\frac{\alpha-x}{2}}\sin(2n+1)\frac{\alpha-x}{2}\,d\alpha.$$

Mais, en posant

$$(2)\qquad \eta_n(x) = \int_0^{2\pi} \varphi'(\alpha)\cos(2n+1)\frac{\alpha-x}{2}\,d\alpha,$$

où

$$\varphi(\alpha) = \frac{f(\alpha)-f(x)}{2\sin\frac{\alpha-x}{2}},$$

une intégration par partie donne

$$\eta_n(x) = -[\varphi(0)+\varphi(2\pi)]\cos(2n+1)\frac{x}{2} + \frac{2n+1}{2}\pi\, d_n(x);$$

et comme

$$\varphi(0)+\varphi(2\pi) = \frac{f(2\pi)-f(0)}{2\sin\frac{x}{2}},$$

l'on obtient pour $d_n(x)$ l'expression

$$(3)\qquad d_n(x) = \frac{1}{(2n+1)\frac{\pi}{2}}\left[\frac{f(2\pi)-f(0)}{2}\,\frac{\cos(2n+1)\frac{x}{2}}{\sin\frac{x}{2}} + \eta_n(x)\right].$$

Dans l'intégrale (2) la fonction $\varphi'(\alpha)$ est finie et continue entre 0 et 2π, par suite $\lim\limits_{n=\infty}\eta_n(x)=0$. Donc la formule (3) démontre d'une manière exacte, que la suite (1) est oscillatoire autour de $f(x)$ pour chaque valeur de x, excepté peut-être 0 et π.

L'exemple $\sum\limits_{n=1}^{\infty}\frac{\sin nx}{n}$ montre que les valeurs 0 et π peuvent se présenter effectivement comme points d'exception.

2. *Soit $\sum\limits_{n=0}^{\infty}(a_n\sin nx + b_n\cos nx)$ la série de Fourier de la fonction $f(x)$ que nous supposons telle qu'au n° 1.* Une transformation, analogue à la pré-

cédente, conduit aux expressions

$$a_{n+1} - a_n = \frac{f(2\pi) - f(0) + \varepsilon_n}{\left(\frac{2n+1}{2}\right)^2 \pi},$$

$$b_{n+1} - b_n = \frac{-(2n+1)[f'(2\pi) - f'(0)] + \rho_n}{\left(\frac{2n+1}{2}\right)^3 \pi},$$

où $n = 1, 2, 3, \ldots, \infty$, $\lim\limits_{n=\infty} \varepsilon_n = \lim\limits_{n=\infty} \rho_n = 0$, qui prouvent immédiatement qu'*à partir d'un certain indice les* a_n *sont tous de même signe et vont en décroissant en valeur absolue, et que, en supposant* $f'(2\pi) \neq f'(0)$, *le même fait subsiste pour les* b_n. Cette méthode, qu'avait déjà appliquée M. Darboux pour la détermination de l'ordre des coefficients de la série de Fourier, mais en laissant de côté les questions relatives au signe, peut servir aussi pour traiter le problème d'oscillation dans le cas le plus général, signalé plus haut.

3. Qu'il me soit permis d'ajouter une remarque, qui se rattache aux considérations précédentes, et que je connais sans l'avoir publiée depuis trois années. *Soit* $f(x)$ *une fonction continue dont la série de Fourier diverge en un point* x. *Peut-on trouver une suite convergente, ayant* $f(x)$ *pour limite et dont les termes sont choisis parmi les termes de la suite divergente* (1)? *Pour démontrer que cela est toujours possible lorsque* $f(x)$ *est fini* dans l'intervalle $(0, 2\pi)$, désignons par I et S les limites inférieure et supérieure de la suite (1) pour n infini. D'après mon théorème sur les moyennes arithmétiques, on a certainement $I \leqq f(x) \leqq S$. D'autre part $\lim\limits_{n=\infty}(s_n - s_{n-1}) = 0$. Donc l'ensemble des termes de la suite (1), qui se trouvent entre I et S, est dense dans l'intervalle (I, S). D'où il résulte déjà l'existence de la suite voulue.

Le raisonnement est en défaut lorsque $f(x)$ devient *infini* comme dans l'exemple de Riemann $f(x) = \frac{d}{dx}\left(x^\nu \cos\frac{1}{x}\right)$, où $0 < x \leqq 2\pi$, $0 < \nu < \frac{1}{2}$. C'est de ce problème que s'occupent M. Hobson [1] et M. Lebesgue [2] dans leurs Notes intéressantes.

---

[1] *Proceedings of the London mathematical Society*, second serie, t. III, 1905.

[2] *Comptes rendus*, t. CXLI, 27 novembre 1905.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Intégrales d'une équation différentielle dans le voisinage d'un point dicritique.* Note de **M. H. Dulac**, présentée par M. Painlevé.

L'étude des intégrales d'une équation différentielle

$$X(x, y) \frac{dy}{dx} = Y(x, y)$$

dans le voisinage de $x = 0$, $y = 0$ supposé point multiple des courbes $X = 0$, $Y = 0$ peut toujours être faite complètement, *dans le champ réel*, ainsi que l'a montré M. Bendixson. Mais l'étude de ces mêmes intégrales, *dans le champ complexe,* n'a donné jusqu'ici que peu de résultats précis, si l'on en excepte la recherche des intégrales algébroïdes pour $x = 0$, problème complètement résolu. Si j'ai pu montrer qu'il y a, dans la plupart des cas, une infinité d'intégrales pour lesquelles y tend vers o avec x, ces intégrales présentent des singularités très diverses, qu'il paraît difficile d'étudier. En général, étant données des conditions initiales, x_0, y_0 aussi voisines que l'on veut de $x = 0, y = 0$, on ne sait comment se comporte l'intégrale relative à ces valeurs initiales, lorsque x tend vers o. On ne sait si cette intégrale possède un nombre fini ou infini de points critiques, dans le voisinage de $x = 0$. Dans le cas particulier où x est en facteur dans X, aucun théorème général ne permet d'affirmer que y tend vers une limite lorsque x tend vers o, et, en effet, y peut ne tendre vers aucune limite.

La difficulté de résoudre ces diverses questions, dans les cas les plus généraux, me paraît donner quelque intérêt aux résultats particuliers, mais très précis, que j'ai obtenus dans le cas d'un *point dicritique*. Considérons l'équation

$$(1) \quad [xA(x, y) + \varphi_n(x, y) + \ldots] \frac{dy}{dx} = yA(x, y) + \psi_n(x, y) + \ldots$$

où le premier et le second membre contiennent des développements suivant les puissances de x et y. Nous n'écrivons que les termes de moindre degré, les polynomes homogènes A, φ_n, ψ_n de degrés respectifs $n-2$, n et n.

Supposons qu'il n'y ait pas de valeurs de x et y annulant à la fois

$$(2) \qquad A(x, y) \quad \text{et} \quad y\varphi_n(x, y) + x\psi_n(x, y).$$

1° *On peut trouver un nombre* ε *tel que si l'on a* $|x_0| < \varepsilon$, $|y_0| < \varepsilon$, *l'intégrale de* (1) *correspondant aux conditions initiales* x_0, y_0 *est, pour* $|x| < |x_0|$, *ou bien holomorphe et tend vers* 0 *avec* x, *ou bien algébroïde et alors une au moins de ses déterminations tend vers* 0 *avec* x.

2° *Toutes les déterminations de l'intégrale considérée tendent vers* 0 *avec* x, *si* x *est en facteur dans le premier membre de* (1); *pour toute intégrale passant dans le voisinage de* $x = 0$, $y = 0$, y *tend vers* 0 *de quelque façon que* x *tende vers* 0.

Les seules intégrales pour lesquelles x et y tendent vers 0 sont les intégrales algébroïdes (holomorphes en général) pour $x = 0$; l'existence de ces intégrales en nombre infini est bien connue, mais on ne s'était pas, à ma connaissance, occupé d'examiner si elles étaient les seules pour lesquelles x et y tendent vers 0. De plus, 2° nous donne des conditions suffisantes pour que y tende vers 0 avec x; nous avons là un des exemples assez rares où, l'existence d'une limite pour y ne résultant pas du théorème de M. Painlevé : l'existence de cette limite de y, lorsque x tend vers 0, *en variant dans le champ complexe*, est établie sans que l'équation (1) soit intégrée.

Ces résultats peuvent subsister partiellement, même s'il y a des valeurs de x et y annulant les deux polynomes (2). Ainsi le résultat 2° subsiste, pourvu que $A(x, y)$ ne contienne pas x en facteur.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'application de l'analyse de Dirichlet aux formes quadratiques à coefficients et à indéterminées conjuguées.* Note de M. **P. Fatou**, présentée par M. Painlevé.

Soit $ax\bar{x} + bx\bar{y} + \bar{b}\bar{x}y + cy\bar{y}$ une forme quadratique d'Hermite à variables et à coefficients entiers. Nous dirons qu'elle est primitive si, en posant $b = b_1 + ib_2$, les entiers réels (a, b_1, b_2, c) sont sans diviseur commun. Il y a lieu de distinguer entre les formes primitives de première espèce pour lesquelles les nombres $(a, 2b_1, 2b_2, c)$ sont premiers entre eux, et les formes primitives de seconde espèce pour lesquelles le plus grand commun diviseur de ces mêmes nombres est égal à 2; dans ce dernier cas, on a $D \equiv 1$, ou $D \equiv 2 \pmod 4$, suivant que b_1 et b_2 sont de parité différente ou tous deux impairs (D désignant l'invariant ou déterminant de la forme $b\bar{b} - ac = b_1^2 + b_2^2 - ac$).

Dans ce qui suit nous ne considérons que des formes positives de déterminant négatif, et, pour plus de simplicité, nous n'envisageons que les

classes de formes primitives de première espèce; soient $f, f', f'', \ldots$ des représentants des différentes classes de formes de cette espèce et de déterminant $-\Delta$. Les méthodes de Dirichlet permettent d'établir l'identité suivante :

$$(s>2) \quad \sum f(x, y, \bar{x}, \bar{y})^{-s} + \sum f'(x, y, \bar{x}, \bar{y})^{-s} + \ldots = \varkappa \sum \frac{1}{n^s} \cdot \sum \frac{1}{n^{s-1}},$$

les diverses sommations du premier membre étant étendues aux valeurs des entiers complexes x, y, pour lesquelles la forme correspondante représente un nombre premier à 2Δ, et les sommations du second membre aux entiers positifs n premiers à 2Δ; $\varkappa$ désigne le nombre de solutions de l'équation $t\bar{t} + \Delta u\bar{u} = 1$ ($\varkappa = 4$ en général, $\varkappa = 8$ pour $\Delta = 1$).

L'identité précédente est la traduction analytique du fait arithmétique suivant : *le nombre total de représentations d'un entier m premier à* 2Δ *par l'ensemble des formes* $f, f', \ldots$ *est égal (au facteur* $\varkappa$ *près) à la somme de ses diviseurs*. Pour $\Delta = 1, 2, 3$, les formes correspondantes ne forment qu'une seule classe représentée respectivement par $x\bar{x} + y\bar{y}$, $x\bar{x} + 2y\bar{y}$, $x\bar{x} + 3y\bar{y}$: on en déduit le théorème de Jacobi sur le nombre de décompositions d'un nombre impair en une somme de 4 carrés, et deux théorèmes analogues découverts par Liouville.

Pour déduire de l'identité fondamentale qui précède l'expression du nombre de classes, il suffit de chercher les limites des deux membres, respectivement multipliés par $(s-2)$, quand s tend vers 2. On obtient les formules suivantes :

$$h(1) = 1,$$

$$(\Delta > 1) \qquad h(\Delta) = \frac{\Delta}{2} \prod \left[1 + \left(\frac{-1}{p} \right) \frac{1}{p} \right],$$

le produit π étant étendu aux divers facteurs premiers impairs, p, de Δ.

La simplicité de ces formules mérite d'être remarquée. On en tire immédiatement cette conséquence que les seules valeurs de Δ pour lesquelles $h = 1$ sont : $\Delta = 1, 2, 3$.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des spectres*. Note de M. **Ivar Fredholm**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans une thèse récemment parue, M. Ritz a réussi le premier à construire un système mécanique dont les vibrations fondamentales obéissent

à des lois identiques à celles qu'on a trouvées pour les vibrations des raies spectrales de l'hydrogène et certaines raies d'autres éléments.

Le système mécanique trouvé par M. Ritz étant très compliqué et difficile à réaliser pour la pensée, il ne paraît pas sans intérêt de trouver d'autres systèmes analogues, mais d'une nature plus simple que celui de M. Ritz.

Voici comment on peut procéder :

Partons d'une matière continue étendue à trois dimensions. Appelons x, y, z les coordonnées rectangulaires d'une de ses particules et $w(t, x, y, z)$ l'élongation de sa position d'équilibre à l'époque t, en supposant, pour plus de simplicité, que chaque particule ne possède qu'un degré de liberté.

Supposons que la force F exercée sur cette particule par une autre soit donnée par la formule

$$F = \Phi(\xi, \eta, \zeta, x, y, z)[w(\xi, \eta, \zeta) - w(x, y, z)].$$

Dans ces hypothèses, l'équation du mouvement du système s'écrit, en supposant que la densité soit constante,

$$(1)\quad \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = \iiint \Phi(\xi, \eta, \zeta, x, y, z)[w(\xi, \eta, \zeta) - w(x, y, z)]\, d\xi\, d\eta\, d\zeta.$$

En imposant à Φ la condition

$$\iiint \Phi(\xi, \eta, \zeta, x, y, z)\, d\xi\, d\eta\, d\zeta = k,$$

où k est une constante différente de zéro, l'équation (1) s'écrit

$$\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + kw = \iiint \Phi(\xi, \eta, \zeta, x, y, z)\, w(\xi, \eta, \zeta)\, d\xi\, d\eta\, d\zeta.$$

Une vibration fondamentale s'exprimant par

$$w = e^{i\lambda t}\, u(x, y, z),$$

on obtient pour u l'équation intégrale

$$(k - \lambda^2)\, u(x, y, z) = \iiint \Phi(\xi, \eta, \zeta, x, y, z)\, w(\xi, \eta, \zeta)\, d\xi\, d\eta\, d\zeta.$$

Or, pour que cette équation soit possible, il faut que $Z = \frac{1}{k - \lambda^2}$ soit un

zéro d'une certaine fonction entière $G(Z)$ dépendant de la fonction Φ et telle que $G(o) \neq o$.

Ainsi, en appelant $\lambda_1, \lambda_2, \ldots$, les racines de l'équation

$$G\left(\frac{1}{k-\lambda^2}\right) = 0,$$

on voit que les λ_i s'approchent de la limite $\sqrt{k}$.

Les systèmes considérés ici présentent ainsi le caractère commun que les longueurs d'onde de leurs vibrations fondamentales s'approchent d'une certaine limite non nulle.

Ensuite on peut démontrer sans difficulté qu'il est possible d'une infinité de manières de choisir la fonction φ tellement que les λ_i procèdent d'après une loi identique à celle des raies spectrales.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les vibrations d'un corps élastique dont la surface est en repos.* Note de **M. A. Korn**, présentée par M. Émile Picard.

On peut démontrer le lemme suivant, dont un théorème très connu de M. Poincaré est un cas spécial :

Soient u_j, v_j, w_j $(j = 0, 1, 2, 3, \ldots, p)$ $p+1$ triplets de fonctions linéairement indépendants, continus avec leurs premières dérivées dans un domaine τ et s'annulant à la surface σ; on pourra toujours trouver $p+1$ constantes réelles $a_0, a_1, a_2, \ldots, a_p$ satisfaisant à la condition

$$(1) \qquad a_0^2 + a_1^2 + a_2^2 + \ldots + a_p^2 = 1,$$

de manière que les fonctions

$$(2) \qquad \left\{\begin{aligned} u &= \sum_0^p{}^j a_j u_j, & \pi &= \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z},\\ v &= \sum_0^p{}^j a_j v_j, & \chi &= \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x},\\ w &= \sum_0^p{}^j a_j w_j, & \rho &= \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y},\\ & & \theta &= \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}, \end{aligned}\right.$$

satisfassent à l'inégalité suivante

$$\frac{\int_\tau (u^2+v^2+w^2)\,d\tau}{\int_\tau (\theta^2+\pi^2+\chi^2+\rho^2)\,d\tau} \overset{=}{<} \frac{a^2}{\sqrt[3]{p^2}}, \tag{3}$$

où a représente une constante finie ne dépendant que du domaine τ.

A l'aide de ce lemme et de la démonstration de l'existence des solutions du problème d'équilibre dans la théorie de l'élasticité dont j'ai donné récemment les principes (*Comptes rendus,* 5 février), on peut démontrer d'une manière analogue à la méthode connue de M. Poincaré l'existence d'une infinité de triplets U_k, V_k, W_k continus avec leurs premières dérivées dans τ, satisfaisant aux équations

$$\left\{\begin{aligned} &\Delta U_k + k\frac{\partial\Theta_k}{\partial x} + \lambda_k^2 U_k = 0,\\ &\Delta V_k + k\frac{\partial\Theta_k}{\partial y} + \lambda_k^2 V_k = 0,\\ &\Delta W_k + k\frac{\partial\Theta_k}{\partial z} + \lambda_k^2 W_k = 0,\end{aligned}\right. \qquad \begin{aligned} &\Theta_k = \frac{\partial U_k}{\partial x} + \frac{\partial V_k}{\partial y} + \frac{\partial W_k}{\partial z},\\ &\int_\tau (U_k^2+V_k^2+W_k^2)\,d\tau = 1,\end{aligned} \tag{4}$$

et s'annulant à la surface σ. Dans ces équations nous désignons par k un nombre réel supérieur à -1, et les λ_k^2 sont des constantes positives

$$0 < \lambda_1^2 < \lambda_2^2 < \ldots,$$

que nous appellerons *les nombres correspondants* aux triplets élastiques U_k, V_k, W_k.

Ces triplets élastiques jouent pour tous les problèmes de l'élasticité, dans lesquels la surface du corps élastique est supposée en repos, le même rôle que les fonctions harmoniques de M. Poincaré dans la théorie de l'équation

$$\Delta\varphi + k^2\varphi = f.$$

Chaque triplet élastique correspond à une vibration d'un corps élastique dont la surface est en repos, et la durée de la vibration est proportionnelle au nombre λ_k.

Chaque triplet de fonctions u, v, w s'annulant à la surface σ et continues dans τ avec leurs dérivées premières et secondes peut être développé en

séries de la forme suivante :

$$(5)\qquad \begin{cases} u = C_1 U_1 + C_2 U_2 + \ldots, \\ v = C_1 V_1 + C_2 V_2 + \ldots, \\ w = C_1 W_1 + C_2 W_2 + \ldots, \end{cases}$$

et les constantes C_j de ces séries ont les valeurs

$$(6)\qquad C_j = \int_\tau (u U_j + v V_j + w W_j)\, d\tau.$$

Ces développements sont d'une importance très grande quand il s'agit de l'intégration des équations générales des corps élastiques isotropes

$$(7)\qquad \begin{cases} \Delta U + k\dfrac{\partial\Theta}{\partial x} = \sigma^2 \dfrac{\partial^2 U}{\partial t^2}, \\ \Delta V + k\dfrac{\partial\Theta}{\partial y} = \sigma^2 \dfrac{\partial^2 V}{\partial t^2}, \\ \Delta W + k\dfrac{\partial\Theta}{\partial z} = \sigma^2 \dfrac{\partial^2 W}{\partial t^2}, \end{cases} \qquad \Theta = \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial W}{\partial z},$$

ou des équations

$$(7')\qquad \begin{cases} \Delta U + k\dfrac{\partial\Theta}{\partial x} = \mu \dfrac{\partial U}{\partial t}, \\ \Delta V + k\dfrac{\partial\Theta}{\partial y} = \mu \dfrac{\partial V}{\partial t}, \\ \Delta W + k\dfrac{\partial\Theta}{\partial z} = \mu \dfrac{\partial W}{\partial t}, \end{cases}$$

pour le cas où l'on suppose à la surface σ

$$(8)\qquad U = V = W = 0.$$

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur un cas particulier du problème des n corps.* Note de M. **Thadée Banachiewitz**, présentée par M. H. Poincaré.

Considérons trois points matériels libres $P_i(m_i > 0;\ \xi^{(i)}, \eta^{(i)}, \zeta^{(i)})$, s'attirant proportionnellement aux masses et en raison inverse des cubes des distances mutuelles. Désignons par V la fonction des forces. On aura

$$(A)\qquad m_i \frac{d^2\xi^{(i)}}{dt^2} = \frac{dV}{d\xi^{(i)}}, \qquad m_i \frac{d^2\eta^{(i)}}{dt^2} = \frac{dV}{d\eta^{(i)}}, \qquad m_i \frac{d^2\zeta^{(i)}}{dt^2} = \frac{dV}{d\zeta^{(i)}} \qquad (i = 1, 2, 3).$$

Nous supposons dans tout ce qui suit que G, le centre de gravité du système, soit fixe.

Choisissons les axes des coordonnées de manière qu'on ait, pour $t=0$,

$$(a)\qquad \sum_i m_i \xi_0^{(i)} = 0, \qquad \sum_i m_i \eta_0^{(i)} = 0, \qquad \sum_i m_i \xi_0^{(i)} \eta_0^{(i)} = 0, \qquad \sum_i m_i \zeta_0^{(i)2} = 0.$$

Supposons qu'en même temps les points P_i soient les sommets d'un triangles, qui n'est pas équilatéral, et qu'il existe une relation

$$(b)\qquad \sum_i m_i \frac{\xi_0^{(i)} \eta_0^{(i)}}{(\Delta_{j,k})_0^3} = 0 \qquad (j,\ k \neq i),$$

où $(\Delta_{j,k})_0$ signifie la distance de P_j à P_k, pour $t=0$.

Posons

$$(c)\qquad \sum_i \xi_0^{(i)} \frac{dV_0}{d\xi_0^{(i)}} = -\nu_\xi \sum_i m_i \xi_0^{(i)2}, \qquad \sum_i \eta_0^{(i)} \frac{dV_0}{d\eta_0^{(i)}} = -\nu_\eta \sum_i m_i \eta_0^{(i)2};$$

ν_ξ et ν_η seront les nombres essentiellement positifs et inégaux.

On suppose

$$(d)\qquad \nu_\eta > \nu_\xi.$$

Introduisons deux constantes α', α'', liées par une équation

$$(e)\qquad (\alpha'' - \alpha')^2 = 4\nu_\xi,$$

et soit enfin

$$(f)\qquad k = \sqrt{(1+\alpha' t)(1+\alpha'' t)}.$$

Cela posé, voici une solution particulière des équations (A) :

$$(\mathrm{B})\qquad \begin{cases} \xi^{(i)} = k\xi_0^{(i)}, \\ \eta^{(i)} = k\eta_0^{(i)} \cos\left(\sqrt{\dfrac{\nu_\eta - \nu_\xi}{4\nu_\xi}} \log \dfrac{1+\alpha' t}{1+\alpha'' t}\right), \\ \zeta^{(i)} = k\eta_0^{(i)} \sin\left(\sqrt{\dfrac{\nu_\eta - \nu_\xi}{4\nu_\xi}} \log \dfrac{1+\alpha' t}{1+\alpha'' t}\right) \qquad (i = 1, 2, 3). \end{cases}$$

On déduira, en effet, des équations (B)

$$(1)\qquad \frac{d^2\xi^{(i)}}{dt^2} = -\frac{\xi^{(i)}}{k^4}\nu_\xi, \quad \frac{d^2\eta^{(i)}}{dt^2} = -\frac{\eta^{(i)}}{k^4}\nu_\eta, \quad \frac{d^2\zeta^{(i)}}{dt^2} = -\frac{\zeta^{(i)}}{k^4}\nu_\eta \qquad (i = 1, 2, 3);$$

mais on aura d'autre part

$$(2)\quad \frac{dV}{d\xi^{(i)}} = \frac{1}{k^4}\frac{\xi^{(i)}}{\xi_0^{(i)}}\frac{dV_0}{d\xi_0^{(i)}}, \qquad \frac{dV}{d\eta^{(i)}} = \frac{1}{k^4}\frac{\eta^{(i)}}{\eta_0^{(i)}}\frac{dV_0}{d\eta_0^{(i)}}, \qquad \frac{dV}{d\zeta^{(i)}} = \frac{1}{k^4}\frac{\zeta^{(i)}}{\eta_0^{(i)}}\frac{dV_0}{d\eta_0^{(i)}}$$
$$(i=1, 2, 3).$$

Or, toutes les expressions

$$m_i\xi_0^{(i)}\nu_\xi + \frac{dV_0}{d\xi_0^{(i)}} \quad \text{et} \quad m_i\eta_0^{(i)}\nu_\eta + \frac{dV_0}{d\eta_0^{(i)}} \qquad (i=1, 2, 3)$$

s'évanouissent; les équations (A) sont donc satisfaites par (B).

Le mouvement, représenté par les formules (B), se fera de sorte que le triangle des points tournera autour d'un axe fixe G_ξ sans changer ses angles. Chaque point P_i se mouvra sur la surface d'un cône de révolution, ayant pour sommet G et pour axe G_ξ. Sa projection sur le plan $\eta G\zeta$ glissera sur une spirale, dont l'équation en coordonnées polaires (ρ, ω), G étant pris pour pôle, pourra s'écrire

$$\left.\begin{array}{l}\rho \sin\text{hyp}\,\mu\omega \\ \rho\cos\text{hyp}\,\mu\omega\end{array}\right\} = c^2 \quad \begin{array}{l}\text{lorsque } \alpha'\alpha'' > 0, \\ \quad\text{»} \quad \alpha'\alpha'' < 0, \qquad \text{(la spirale de Poinsot),}\end{array}$$
$$\log\rho = \mu\omega \quad \text{»} \quad \alpha'\alpha'' = 0,\ \eta_0^{(i)} \neq 0 \ \text{(la spirale logarithmique),}$$

où l'on a posé

$$c^2 = \pm\,\eta_0^{(i)}\sqrt{\pm\frac{\nu_\xi}{\alpha'\alpha''}}, \qquad \mu = \sqrt{\frac{\nu_\xi}{\nu_\eta - \nu_\xi}}.$$

On voit que *les points* P_i *décriront les courbes gauches;* c'est ce qui n'arrive pas dans les solutions exactes du problème, connues jusqu'à présent.

Le cas exposé est dans l'exception fort remarquable : j'affirme que, *si le système des n corps, s'attirant proportionnellement aux masses et à la puissance quelconque des distances* mutuelles, *se meut de sorte que les distances gardent entre elles des rapports constants,* les points ne pourront décrire que des courbes planes et, en conséquence, *la configuration devra être centrale* [1] *excepté le cas ci-dessus* (et son extension éventuelle au cas $n > 3$, l'attraction variant en raison inverse du cube de la distance).

Voilà comment on peut généraliser le théorème dû à Lagrange et qui n'était établi que pour *trois* corps, s'attirant conformément à la loi de Newton.

---

[1] Voir, pour la définition, l'article de M. Driobek, *Astr. Nachr.*, 3627.

PHYSIQUE. — *Sur la signification exacte du principe de Carnot.* Note de M. Louis Fredey, présentée par M. P. Curie.

Boltzmann, étudiant les conséquences du principe de Carnot, fait une distinction entre les mouvements ordonnés et les mouvements non ordonnés. Cette distinction est commode, mais ce n'est évidemment qu'une image. D'une façon tout à fait générale, il n'y a pas de mouvements non ordonnés. Deux électrons circulant dans le même sens constitueraient un système ordonné, par rapport à deux électrons circulant en sens contraire ou seulement divergents. Les divers mouvements possibles des deux électrons l'un vis-à-vis de l'autre nous mettraient en présence de systèmes sans nombre plus ou moins ordonnés les uns que les autres. Les durées relatives des mouvements impliquent à leur tour des gradations.

Si nous passons du cas de deux électrons à des cas de plus en plus généraux, nous nous trouvons devant des possibilités incalculables de systèmes plus ou moins ordonnés.

Passons sur ces difficultés. Attribuons l'ordre à des mouvements ayant une grandeur et une durée appréciables par rapport à notre propre grandeur et à notre propre durée. Nous pourrons poser les règles suivantes :

1° Toutes choses égales, la formation de systèmes ordonnés est d'autant moins fréquente que les systèmes ont plus d'amplitude;

2° Toutes choses égales, la formation des systèmes ordonnés est d'autant moins fréquente que les systèmes sont plus complexes.

On entrevoit corrélativement que la destruction d'un système sera compensée d'autant plus tardivement par la reconstruction d'un système équivalent que ce système sera plus considérable et plus complexe. La dégradation apparente d'énergie serait donc inévitable. Aucun système ne se reformerait spontanément. Il faudra faire un emprunt à l'ambiance. Mais cela signifie-t-il que les mouvements ordonnés diminuent par rapport aux mouvements non ordonnés?

Les règles énoncées ci-dessus ne permettent pas cette conclusion. De ce que les combinaisons ordonnées deviennent de plus en plus rares à mesure qu'elles ont plus d'amplitude et de complexité, il faut conclure que les éléments dont elles se forment ne se réunissent pas spontanément ni instantanément; ils s'assemblent et s'orientent à la suite d'une sélection dans

l'espace et dans le temps. Si donc ces combinaisons se détruisent, leurs équivalents ne se reforment également qu'à la suite d'une sélection dans le temps et dans l'espace, sélection d'autant plus difficile et plus lente que les systèmes seront plus vastes et mieux ordonnés. Nécessairement les systèmes ne peuvent se reformer d'eux-mêmes. Si une incidence écarte, fait diverger deux électrons qui circulaient parallèlement, pourront-ils reprendre spontanément leur position et leur marche primitives? Il est impossible de l'imaginer. Il est également impossible de l'imaginer pour trois, quatre, dix, cent, mille, ..., n électrons : aussi, du moment qu'un système isolé varie, a-t-on pu poser qu'il ne repasserait pas deux fois par le même état (1)? *Cela est aussi vrai pour les groupements non ordonnés que pour les systèmes ordonnés.* Si l'on pouvait rapporter à des axes fixes, à l'instant t, la position des particules d'un groupement désordonné, on ne voit pas que ce groupement, après variation, puisse spontanément reprendre ses positions primitives plutôt que ne le pourrait un système ordonné. On tirerait donc le principe de Carnot de l'observation des mouvements non ordonnés comme des mouvements ordonnés, si l'on pouvait déterminer ceux-ci comme ceux-là. Mais, par définition, on ne le peut pas. Aussi sommes-nous enclins à opposer directement un système ordonné à tous les genres de mouvements que nous croyons désordonnés.

En réalité, il n'y a aucune différence *fondamentale* ni entre les petits et les grands systèmes, ni même entre les systèmes ordonnés et les groupements non ordonnés.

Si un soleil se détruit, il ne se reformera pas sur place, mais sa destruction peut être compensée par des formations équivalentes. Il y faudra nécessairement beaucoup de temps et beaucoup d'espace. Si quelques mouvements d'ordre atomique se disloquent, ils ne se reformeront pas non plus sur place, mais ils pourront se reformer à un micron de distance et presque instantanément. On en déduit que la dislocation d'un mouvement quelque peu considérable tendra à s'éparpiller en mouvements moléculaires et que, en retour, de nombreux mouvements moléculaires ne formeront que peu de systèmes cohérents. La persistance du dénivellement universel dépend d'une proportion entre ces processus en apparence opposés : *pour que des mouvements d'ordre quelconque se maintiennent, il*

(1) C'est, on le voit, un corollaire du principe d'inertie, qui lui-même est l'aspect le plus caractéristique du principe général de détermination.

faut et il suffit que le degré de fréquence de leur destruction soit équivalent au degré de fréquence de leur réapparition.

Au sein de l'immense réservoir des différenciations infinitésimales, base de tous les mouvements de l'univers, nous voyons, de-ci de-là, apparaître des systèmes assez amples, assez définis pour que nous puissions en prendre une connaissance relativement précise. Nous assistons sans cesse à des formations de cette espèce, dont quelques-unes offrent une complexité étonnante. Toutes sortent du grand réservoir confus et y rentreront. Pour avoir du principe de Carnot une idée exacte, il faut cesser de les opposer directement à ce réservoir générateur, il faut cesser d'opposer un petit groupe de séries, et fort limitées, à des séries sans nombre. Dès lors, on rejettera la conséquence de la dégradation de l'énergie, dont on pourra toutefois tirer une règle empirique, se rapportant au degré d'exception des phénomènes.

En somme, le principe de Carnot dépend d'une statistique si nous l'envisageons sous un aspect unilatéral. Mais il se prêterait à une extension universelle si nous pouvions concevoir tous les circulus de l'énergie, et deviendrait une des lois les plus constantes qu'ait entrevues l'intelligence humaine. Puisque, au fond, il serait le principe d'inertie envisagé dans son application aux groupements, on ne pourrait lui imposer aucune restriction. Il s'opposerait à tout retour *spontané* des phénomènes, mais admettrait pourtant, grâce à l'interaction des choses, tous les ordres de retour, tous les genres de répétition (¹).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide lactique gauche.* Note de MM. **E. Jungfleisch** et **M. Godchot**.

Le peu que nous savons sur l'acide lactique gauche ne s'est pas augmenté depuis la découverte de ce corps par M. Schardinger en 1883. La séparation du lactate-$(d+l)$ de quinine en ses composants étant devenue relativement facile (E. Jungfleisch, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 56), nous avons développé l'étude de cet acide. La constatation de différences marquées (²), entre l'acide lactique-l et l'acide lactique-d, dans leurs trans-

---

(¹) On sait que Boltzmann, dans ses *Leçons sur la théorie des gaz,* a précisé la relativité des conclusions qu'on peut tirer du principe de Carnot.

(²) Un travail de M. A. Mackenzie (*Journ. of the Chem. Soc.,* t. LXXXVII, sep-

formations en acide lactique-$(d+l)$ sous l'action des mêmes agents (E. Jungfleisch, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 203), nous a paru donner un certain intérêt général à cette étude.

Dans toutes nos expériences, l'acide lactique-l s'est montré beaucoup plus facilement transformable que l'acide lactique-d, en acide lactique-$(d+l)$. Ce fait impose des ménagements particuliers lors de sa préparation. La lactate-l de quinine pur a été changé en sel de zinc de la manière indiquée pour le lactate-d (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 719), mais en ayant soin de maintenir, pendant le traitement, le liquide au voisinage de 0° et d'éviter soigneusement tout excès de baryte. Malgré ces précautions, les premiers cristaux obtenus contiennent toujours une certaine proportion de lactate-$(d+l)$ de zinc, pouvant atteindre un dixième; les solubilités des deux lactates sont telles que les cristaux qui viennent ensuite sont beaucoup plus riches en lactate-l.

On sépare les deux lactates par des cristallisations fractionnées, que l'on dirige en observant au microscope les formes très différentes du lactate-$(d+l)$ et du lactate-l. On parvient ainsi à recueillir du lactate-l de zinc tout à fait pur. Le lactate-l de zinc ressemble beaucoup au lactate-d. Les cristaux présentent au microscope la même apparence. Les solubilités sont voisines. Le pouvoir rotatoire à droite du lactate-l de zinc dissous dans l'eau augmente fortement avec la dilution : les solutions contenant respectivement 5^g, $2^g,50$, $1^g,25$ et $0^g,512$ de sel sec dans 100^{cm^3} de liqueur, nous avons observé, à 12° : $\alpha_D = +5°,66$, $\alpha_D = +8°,00$ $\alpha_D = +10°,00$ et $\alpha_D = +12°,5$; avec des directions opposées, ces pouvoirs rotatoires sont voisins de ceux que nous avons trouvés pour le lactate-d de zinc.

La production de l'acide lactique-l, en partant de son sel de zinc, a été réalisée par les procédés que nous avons appliqués antérieurement au lactate-d de zinc.

---

tembre 1905, p. 1373) contient les lignes suivantes au sujet de la Note de M. Jungfleisch : « Sa conclusion, primitivement énoncée, que les acides lactiques-l et -d sont racémisés à des degrés différents par un agent symétrique comme la baryte, fut déclarée erronée tout récemment par Godchot et lui-même (*Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 719) ». L'auteur indique ensuite ses propres expériences établissant l'exactitude de la conclusion. Notre erratum du 13 mars 1905 (*loc. cit.*, p. 720) dit seulement, en quatre lignes que : « les chiffres cités pour les comparaisons de pouvoirs rotatoires doivent être rectifiés afin de représenter exactement les valeurs de α_D; la série de mesures à laquelle ils appartiennent ayant été lue sur une échelle saccharimétrique, ils doivent être multipliés par le facteur constant 4,332 ». Cette rectification de chiffres ne modifiait évidemment pas les rapports entre les nombres; elle augmentait même la valeur absolue des différences que M. Mackenzie déclare qu'elle a annulées. Le travail de M. Mackenzie confirme donc, et en employant les mêmes réactions, celles de M. Jungfleisch; celui-ci n'a jamais déclaré erronée sa proposition primitive : l'acide lactique droit et l'acide lactique gauche ne se conduisent pas semblablement dans les réactions.

La pureté du produit obtenu nous a permis de préparer l'acide lactique-*l* cristallisé. La solution aqueuse ayant été évaporée à froid, pour éviter la formation abondante d'acide lactyllactique-*l*, qui s'observe à chaud, on soumet le liquide à une dessiccation opérée à 30° dans le vide, avec rentrée d'air sec, jusqu'à ce que le produit ne perde plus d'eau; on enferme aussitôt l'acide dans un tube scellé, qu'on refroidit à — 10° pendant plusieurs jours. La matière sirupeuse, peu fluide, cristallise nettement en prismes aplatis, lamelleux, mélangés de cristaux bien développés et fort analogues comme apparence à ceux que nous avons obtenus avec l'acide lactique-*d*. Les cristaux sont extrêmement hygroscopiques; essorés autant que possible à l'abri de l'humidité, ils fondent à 26°-27° environ; nous avons indiqué 25°-26° environ pour l'acide lactique-*d*. MM. Krafft et Dye ont donné 18° pour l'acide lactique-$(d+l)$.

La solution aqueuse de l'acide lactique-*l* le plus pur présente un pouvoir rotatoire lévogyre, qui diminue quand la dilution augmente : des liqueurs contenant respectivement, dans 100^{cm^3}, $4^g,856$ et $2^g,428$, ont donné à 12°, $\alpha_D = -2°,90$ et $\alpha_D = -2°,25$. Nous avons constaté un fait semblable pour l'acide lactique-*d*; pour les deux corps, en opérant de même et à la même concentration, les valeurs de α_D sont sensiblement égales et de signes contraires. Une liqueur aqueuse contenant, dans 100^{cm^3}, $1^g,2371$ d'acide lactique-*l* cristallisé, dissous à froid, a donné immédiatement $\alpha_D = -2°,26$, c'est-à-dire un nombre sensiblement plus fort. Ce fait reproduit notre observation sur l'acide lactique-*d*; il s'explique par la présence d'un peu d'acide lactyllactique-*l* dans l'acide lactique-*l* sirupeux.

Comme l'acide lactique-$(d+l)$ et l'acide lactique-*d*, en effet, l'acide lactique-*l* se combine à lui-même, spontanément, dans ses solutions aqueuses concentrées, en formant l'acide lactyllactique-*l*. Celui-ci ayant un pouvoir rotatoire dextrogyre, c'est-à-dire inverse de celui de l'acide lactique-*l*, mais beaucoup plus considérable, sa présence peut entraîner un renversement du sens du pouvoir rotatoire pour le mélange. C'est ainsi que, si l'on concentre jusqu'à consistance sirupeuse, au bain-marie, une solution d'acide lactique-*l* lévogyre, elle se charge d'acide lactyllactique-*l* très fortement dextrogyre; on la laisse refroidir, on l'étend d'eau froide et on l'observe aussitôt au polarimètre. Une telle solution contenant, dans 100^{cm^3}, $22^g,1$ d'acide lactique-*l* plus ou moins éthérifié, nous a donné une déviation à droite considérable : $\alpha_D = +6°,03$, calculé pour l'acide lactique; la même solution étant ensuite maintenue au bain-marie, pendant

plusieurs heures, en vase fermé est devenue lévogyre : $\alpha_D = -1°,02$; c'est que l'eau chaude a hydrolysé en grande partie l'acide lactyllactique-*l* dextrogyre et l'a changé en acide lactique-*l* lévogyre; le sens de la déviation a été renversé.

Si l'on ajoute que les solutions d'acide lactique-*l*, chargées d'acide lactyllactique-*l*, peuvent donner des liqueurs contenant à la fois les sels de zinc des deux acides, que le lactyllactate-*l* de zinc a un pouvoir rotatoire à droite beaucoup plus considérable que celui du lactate-*l* de zinc, on est conduit à penser que ces faits, analogues à ceux que nous avons observés pour l'acide lactique-*d*, peuvent avoir une influence sur la détermination exacte de la nature des acides lactiques résultant des nombreuses fermentations microbiennes.

CRYPTOGAMIE. — *Sur les kystes des* Glœosporium *et sur leur rôle dans l'origine des levures*. Note de MM. **P. Viala** et **P. Pacottet**, présentée par M. L. Guignard.

La culture en milieux artificiels des *Glœosporium ampelophagum* Saccardo (*Manginia ampelina* Viala et Pacottet) et *Glœosporium nervisequum* Saccardo (*Gnomonia Veneta* Klebahn) a révélé un polymorphisme [1] très complexe pour ces deux espèces parasites de la Vigne ou du Platane : conceptacles divers, périthèces, conidiophores, sclérotes, levures et kystes. Ces dernières formes, les *kystes,* ne rappellent en rien celles connues pour les Champignons; leur relation avec les autres organes de reproduction a été vérifiée, pour les deux espèces, par des cultures méthodiques répétées.

Les kystes du *G. ampelophagum,* observés d'abord en culture et reproduits à volonté par modification des milieux, ont été retrouvés ensuite dans la nature, dès l'automne, sur les chancres des sarments anthracnosés. Les kystes du *G. nervisequum* se développent dans les mêmes conditions de milieu (bouillon de carottes acide, bouillon de riz, lait gélosé, etc.), que le premier ensemencement provienne de spermaties ou de conidies, de stylospores, etc.

Le voile mycélien qui s'étale à la surface des cultures donne d'abord quelques rares

(1) Voir *Comptes rendus,* 19 février 1906.

spermogonies, puis la trame s'épaissit et se fonce en noir; elle est dense (bouillon de carotte acide, etc.) ou floconneuse (bouillon de riz, etc.). Certains articles, sur le parcours des filaments mycéliens très cloisonnés, se renflent et ces renflements sont le début des kystes. Le noyau se divise en deux, puis en quatre ou un plus grand nombre de noyaux secondaires, qui sont l'origine, dans le kyste qui grossit, de spores endogènes à membrane propre dans l'enveloppe commune qui les renferme. Les kystes, à leur complet développement, sont rarement monosporés, le plus souvent plurisporés; la membrane générale noire et cassante finit par se rompre et les spores internes sont mises en liberté. Les masses kystiques, plus ou moins volumineuses sur le filament mycélien producteur, incolore ou peu foncé, ou brun, parfois latérales à ce filament, ont des caractères spécifiques pour les deux espèces de *Glœosporium* étudiés.

Les kystes plurisporés du *G. ampelophagum* mesurent de 15$^{\mu}$ à 40$^{\mu}$; les monospores, rares, ont de 8$^{\mu}$ à 12$^{\mu}$. Les spores kystiques sont un peu allongées, subovoïdes, de dimensions assez régulières (8$^{\mu}$ à 10$^{\mu}$ de long); leur membrane propre est fuligineuse. L'enveloppe du kyste est lisse. Par contre, celle des kystes du *G. nervisequum*, très foncée, est comme craquelée, à la surface rugueuse, carbonacée. Les spores endogènes (les kystes sont presque toujours polysporés) sont plus sphériques, moins allongées que celles du *G. ampelophagum;* leur membrane est incolore ou à peine teintée; elles ont de 8$^{\mu}$ à 14$^{\mu}$ de diamètre. Les kystes mesurent en moyenne 30$^{\mu}$, les plus gros ont 45$^{\mu}$ de long; leurs dimensions varient de 14$^{\mu}$ (kystes monosporés) à 25$^{\mu}$ en diamètre.

L'épuisement des milieux, où végètent dans leur forme mycélienne les *Glœosporium,* les conditions nutritives défavorables à leur végétation (acidité, addition d'alcool à 2 pour 100, etc.), la sécheresse extérieure ou la dessiccation progressive des cultures, constituent des facteurs déterminants de la production des kystes. On hâte encore leur formation en soumettant les cultures à de brusques abaissements de température et en les maintenant ensuite à des températures assez basses (25° à 12° et 10°); l'exposition de ces cultures en pleine lumière accentue aussi le développement de ces organes.

Les spores endogènes, sorties des kystes, germent directement en filaments mycéliens très cloisonnés, à éléments courts et en boudins. En milieux sucrés, ces articles se séparent aussitôt et se mettent à bourgeonner en donnant des levures; en milieu peu ou pas sucré (bouillon de haricot, par exemple, et jus de feuille de Platane ou de Vigne suivant l'espèce), le mycélium très variqueux finit par s'effiler et se multiplier en trame mycélienne productrice définitivement de spermogonies.

Le kyste des *Glœosporium* est un organe à spores endogènes d'une très grande résistance aux agents atmosphériques. Il représente, par sa nature morphologique et par rapport au mycélium, ce que sont les levures sporu-

lées pour les levures bourgeonnantes. La propriété qu'ont des spores endogènes du kyste de tendre, presque aussitôt, dans les milieux favorables, aux formes levures, permet de se demander s'il ne représente pas l'état transitoire du Champignon filamenteux vers la levure.

ZOOLOGIE. — Stellosphæra mirabilis, *nouvelle larve d'Astérie appartenant très vraisemblablement à une forme abyssale*. Note de MM. **R. Kœhler** et **C. Vaney**, présentée par M. Alfred Giard.

La larve que nous décrivons dans cette Note a été recueillie par S. A. S. le Prince de Monaco dans des pêches pélagiques pratiquées, dans les parages des Açores, jusqu'à 2000^{m} et 3000^{m} de profondeur, au moyen du filet vertical à large ouverture du D^{r} Richard. Elle ne ressemble à aucune larve connue d'Echinodermes; et, bien plus, en ne considérant que sa forme sphéroïdale et ses caractères extérieurs, on serait d'abord tenté de le rapporter à un tout autre groupe qu'aux Echinodermes. Fort heureusement, la présence de pédicellaires fixe immédiatement la position systématique de ce curieux organisme. Et comme ces pédicellaires, qui sont croisés, sont identiques à ceux qu'on observe dans les Astéries du groupe des Forcipulés et que de tels pédicellaires ne se rencontrent nulle part ailleurs que dans ce groupe, nous sommes fondés à dire que la *Stellosphæra* est une larve d'Astérie.

Le corps est presque sphérique, mais l'un des pôles, au milieu duquel s'ouvre la bouche, est légèrement aplati. Le diamètre atteint environ 3^{mm}. Au stade le plus jeune que nous ayons pu examiner, le caractère extérieur le plus curieux qu'offre cette larve est la présence de nombreux corpuscules calcaires en forme de piquants et réunis par groupes en certains points déterminés de la surface du corps. On distingue d'abord six groupes principaux de ces piquants placés à égale distance les uns des autres sur l'équateur de la larve et donnant ainsi à celle-ci l'apparence d'une symétrie hexaradiée. Chaque groupe se compose de six à huit piquants plus ou moins inclinés et s'insérant sur une plaque calcaire réticulée. Ces plaques supportent, en outre, quelques pédicellaires croisés. Indépendamment de ces six faisceaux équatoriaux, on en distingue d'autres moins importants, vers le pôle aboral : l'un de ceux-ci, composé d'un simple piquant et supporté par une petite plaque calcaire, occupe exactement le sommet de la larve. Autour de cette sorte de plaque centro-dorsale, se montrent cinq autres plaques placées suivant un petit cercle; celles-ci sont plus petites que les plaques équatoriales et elles supportent chacune un ou deux piquants et un pédicellaire. La bouche est aplatie et elle offre vers chaque extrémité un tentacule creux.

Le seul organe interne que l'on puisse distinguer est le tube digestif qui décrit deux tours de spire et dont la région œsophagienne offre deux diverticules latéraux. L'anus est légèrement déjeté de côté par rapport à la plaque centro-dorsale.

A un stade plus avancé du développement, les plaques calcaires et les piquants qu'elles portent se résorbent. A la place des plaques équatoriales, on observe un nombre égal de coussinets rectangulaires supportant chacun cinq à sept tubérosités souvent disposées par paires et représentant les restes des aspérités formées par les piquants. Sur les coupes on retrouve encore quelques fragments de calcaire, mais celui-ci est résorbé en grande partie. A la base de chaque coussinet, deux paires de digitations plus ou moins aplaties ont fait leur apparition. Les plaques calcaires du pôle aboral ont aussi disparu et l'on ne distingue plus dans cette région qu'une papille centro-dorsale entourée de cinq autres petites papilles. Quant aux pédicellaires, ils ne paraissent subir aucune modification, car ils se retrouvent sur les larves âgées, avec les mêmes caractères et la même disposition que sur les larves plus jeunes.

Il ne peut y avoir de doute sur la nature de la *Stellosphæra :* c'est une larve d'Astérie, comme le prouve la présence de pédicellaires forcipulés. Nous n'avons pas besoin d'insister sur les différences qui la séparent des autres larves d'Echinodermes. Ces différences sautent aux yeux et elles sont si marquées, que si les pédicellaires ne venaient pas fixer d'une manière indubitable la position de cette larve, on accepterait difficilement l'idée de la rapporter aux Echinodermes. Les dissemblances sont si grandes qu'il n'y a pas à faire de comparaisons. Notons cependant un caractère remarquable de la *Stellosphæra :* c'est la symétrie hexaradiée qui se manifeste par les six groupes de plaques équatoriales et qui persiste, après la disparition des plaques et des piquants, dans les six coussinets qui les remplacent. La symétrie pentaradiée ne se manifeste que par la disposition des plaques secondaires du pôle aboral. Enfin d'autres caractères, tels que la présence de deux tentacules buccaux et la forme aplatie de la bouche, montrent une orientation nettement bilatérale. Nous trouvons donc à la fois, dans le même organisme, des symétries hexaradiée, pentaradiée et bilatérale.

Nous ne pouvons pas affirmer d'une manière absolue que notre larve appartienne à une forme abyssale puisque les pêches qui l'ont fournie ont été faites entre 2000^{m} ou 3000^{m} et la surface. Il y a de très grandes chances pour que les larves aient été capturées à une grande profondeur, mais on peut objecter que, le filet restant ouvert, rien n'empêchait les animaux pélagiques superficiels d'y pénétrer. Cette hypothèse est très peu vraisemblable. Nous savons en effet que les larves d'Echinodermes connues jusqu'à ce jour se rencontrent à peu près exclusivement au voisinage des côtes et

dans les couches superficielles des eaux. Elles appartiennent aux formes bien connues : *Auricularia*, *Bipinnaria*, *Brachiolaria* ou *Pluteus* et se rapportent à des espèces littorales. Or il se trouve que la *Stellosphæra* a été recueillie dans une pêche bathypélagique, en pleine mer, loin des côtes, dans un filet descendu à 2000^m ou 3000^m de profondeur. On conviendra que, dans ces conditions, il est bien permis d'admettre que cette larve, *qui se présente avec des caractères absolument nouveaux* et ne rappelant en rien ceux des larves superficielles connues, provienne effectivement d'une grande profondeur et appartienne à une Astérie abyssale : cela est infiniment probable.

La découverte de la *Stellosphæra* offre donc un intérêt considérable et elle jette un jour nouveau sur l'histoire du développement des Echinodermes abyssaux qui nous est totalement inconnu, en nous montrant que certains d'entre eux, tout au moins, peuvent se développer au dépens de larves.

PHYSIOLOGIE. — *Effets reconstituants de la viande crue après le jeûne.* Note de M. Charles Richet, présentée par M. Dastre.

J'ai pu montrer que l'alimentation par la viande crue et par le plasma musculaire, mode de traitement que j'ai appelé *zomothérapie* était d'une efficacité remarquable dans le traitement de la tuberculose expérimentale (*Comptes rendus*, t. CXXX, 26 février 1900). Dans les expériences qui vont suivre, il s'agit non d'un traitement diététique appliqué spécialement à la tuberculose, mais des conditions d'alimentation suivant lesquelles un organisme répare le mieux ses tissus après inanition.

Là encore, la viande crue est un aliment supérieur à tous autres.

L'observation porte sur sept groupes, de quatre chiens chaque, ainsi répartis, au point de vue alimentaire.

I. Viande cuite et bouillie alternativement.
II. Viande cuite et viande crue alternativement.
III. Viande cuite et fromage lacté alternativement.
IV. Jeûne et viande cuite alternativement.
V. Jeûne et viande crue alternativement,
VI. Jeûne et bouillie alternativement.
VII. Jeûne et fromage lacté alternativement.

Chacune de ces périodes alternantes était de 5 jours. La viande cuite et la viande

crue étaient de la viande de cheval. La bouillie est un mélange de riz cuit, de lait et de sucre de canne. Le fromage lacté est du fromage de Gruyère cuit avec du lait.

Il y avait 4 chiens pour chaque groupe, sauf le groupe VII, constitué par trois chiens seulement.

L'expérience a commencé le 10 août 1905, et je l'ai arrêtée 6 mois après au 1er février 1906.

Signalons d'abord ce fait assez imprévu que les chiens peuvent supporter pendant plusieurs mois des alternances de 5 jours de jeûne et 5 jours d'alimentation. Ils finissent par s'y habituer et ne semblent pas en souffrir. (Sur des herbivores l'effet eût été tout autre.) Dans les cinq premières séries il n'y a que deux morts, accidentelles, au début, et les deux chiens morts ont pu être remplacés.

Dans le groupe VI la mortalité a été *totale;* c'est-à-dire que l'alimentation par la bouillie, après le jeûne, n'a pas pu réparer l'organisme inanitié. Les quatre chiens en expérience sont morts tous les quatre, aux 35e, 36e, 60e et 83e jours. Donc, après le jeûne, il faut une alimentation réparatrice riche en azote. La bouillie de riz, sucre et lait (qui ne contient que 4 pour 100 de son poids en matières protéiques) suffit à entretenir la vie normale des chiens) mais elle devient insuffisante quand il s'agit de reconstituer leurs tissus après le jeûne.

De même le fromage lacté (quoiqu'il contienne 32 pour 100 de matières protéiques) n'est pas un aliment réparateur. Sur trois chiens expérimentés, deux sont morts, aux 71e et 175e jours. Le troisième est encore en bonne santé.

Les chiens des groupes I, II, III sont en excellent état. Mais il faut comparer les effets différents de l'alimentation après 5 jours de jeûne chez les chiens alimentés à la viande crue (groupe V) et à la viande cuite (groupe IV).

	Moyenne des poids.	
	Viande cuite et jeûne.	Viande crue et jeûne.
Au début	100	100
Au 40e jour	90	92
Au 80e jour	83	90
Au 120e jour	83	96
Au 160e jour	82	98
Au 175e jour	81	96

Si l'on fait la moyenne centésimale des pertes subies par l'animal qui a

jeûné 5 jours et des gains en poids de ce même animal pendant les 5 jours d'alimentation consécutive, on a

	Viande cuite et jeûne.	Viande crue et jeûne.	Bouillie et jeûne.
Moyenne des pertes.........	8,8	9,6	9,0
Moyenne des gains	7,1	9,4	4,5
Différence.....	— 1,7	— 0,2	— 4,5

Dans le groupe II, la moyenne des poids après les 5 jours de viande crue donne un excédent de + 2,34 pour 100; après les 5 jours de viande cuite, il y a un excédent de pertes de — 0,34 pour 100.

Ainsi, pour ramener après l'inanition l'organisme à son état antérieur, la viande crue est l'aliment le plus efficace, et même, dans les conditions où nous nous étions placés, c'est-à-dire des alternances de 5 jours, le seul efficace. Ce n'est pas seulement la *quantité* de l'azote alimentaire qui influe, mais sa *qualité*, et il semble bien que la cuisson fasse perdre à la viande une partie de ses propriétés reconstituantes et nutritives.

MÉDECINE. — *Étude des variations de la toxicité du contenu de l'intestin grêle. Modifications du sang*. Note de MM. **Charrin** et **Le Play**, présentée par M. d'Arsonval.

De nombreuses expériences établissent que la toxicité du contenu intestinal subit de nombreuses variations. En particulier, son maximum se déplace sous l'influence du titre des dilutions; quand, par exemple, à une partie de ce contenu on ajoute trois parties d'eau salée physiologique, ce maximum s'obtient en injectant les principes renfermés dans le segment terminal de l'iléon ou le commencement des côlons. Si, par contre, on réduit cette dilution (trois de matières intestinales pour une de sérum artificiel), ce sont, comme l'a vu Asleben, les produits extraits du duodénum ou de la première moitié du grêle qui se montrent les plus nuisibles. A vrai dire, ainsi concentré, le mélange est assez sirupeux et, en troublant l'osmose ou autrement, cet état physique joue peut-être un rôle. On conçoit, du reste, qu'en modifiant ces dilutions on change la solubilité de certains corps, les teneurs en sels, en albuminoïdes, etc.

En tout cas, dans l'ensemble de ces variations, sauf pour quelques élé-

ments capables de modifier le sang, la part de la chaleur est médiocre. D'un autre côté, dans les conditions où nous nous sommes placés, on ne saurait rapporter les principaux accidents à la concentration moléculaire, attendu que la cryoscopie établit que la gravité de ces accidents n'est pas rigoureusement proportionnelle aux oscillations de cette concentration.

Dans la genèse de ces variations toxiques, nul ne conteste le rôle évident par lui-même des aliments, rôle démontré soit indirectement, soit directement, récemment encore par Asleben.

Toutefois, il est manifeste que les matières de l'estomac sont moins nocives que celles du segment supérieur de l'intestin grêle. Cette constatation démontre l'importance des modifications réalisées au niveau de ce segment : aussi, au premier abord, est-on porté à incriminer l'action de la bile. Or, l'injection du contenu, puisé chez des animaux dont vingt-quatre heures avant on a lié le cholédoque, amène habituellement une mort plus rapide que dans le cas où ce canal est libre. D'ailleurs, après obstruction de ce conduit, les produits intestinaux sont plus riches en microbes, surtout en germes anaérobies, que les matières prélevées aux mêmes points et plus encore dans l'estomac des sujets normaux. Peut-être, cette augmentation de toxicité relève-t-elle de l'intervention de ces ferments figurés plus nombreux et plus actifs, comme le prouve l'examen des différents milieux de culture. Quoi qu'il en soit, ces faits établissent le pouvoir antiseptique de la bile plus nettement que dans le cas où l'on introduit directement ce liquide dans ces milieux de culture. Il est donc permis de rattacher cette action microbicide non seulement aux principes constituants de cette sécrétion, mais aussi aux modifications qu'engendre son arrivée dans le tube digestif, probablement, d'après quelques expériences, au moins en partie, aux acides biliaires mis en liberté.

En dehors des modifications imposées au rythme respiratoire, à l'état du névraxe (troubles sensitifs, moteurs, etc.), aux conditions de la circulation (abaissement de pression, etc.), aux diverses sécrétions digestives, aux mouvements péristaltiques ou à la résistance de l'organisme (début de vaccination), soit par les extraits de la paroi (entéro-protéides de Botazzi), soit par le contenu de cet intestin (Asleben) [1], il était intéressant d'examiner les modifications subies par le sang. Les enseignements de la clinique nous apprennent, en effet, qu'au cours de différentes affections surtout chroniques du foie, de l'estomac, de l'intestin, on enregistre

[1] CHARRIN et LE PLAY, *Les poisons intestinaux* (*Comptes rendus,* 10 juillet 1905).

des congestions, des hémorragies, des thromboses, des altérations sanguines variées, etc.

Si, après filtration ou centrifugation, on injecte le contenu du haut de l'intestin, avec Botazzi et Asleben, on note une lenteur parfois légère de la coagulation. — Sans qu'on puisse incriminer directement la bile, cette lenteur s'accentue, quand on mélange 5^{cm^3} de ce liquide à 15^g ou 20^g de matières, surtout si ce mélange est fait quelques heures avant, donnée qui semble impliquer la formation ou la disparition d'un élément spécial. D'un autre côté, à l'exemple de la plupart des tares hépatiques, la ligature du cholédoque tend également, chez l'animal lié, à rendre plus tardive cette coagulation; pourtant, dans un certain nombre de cas, lorsque, après une obstruction de ce cholédoque datant environ de vingt-quatre heures, on introduit dans les veines les principes puisés dans un segment intestinal supérieur, non seulement le sang se thrombose sans retard, mais quelquefois cette thrombose paraît accélérée.

Ajoutons que, si l'état liquide persiste, les globules se déforment, l'hémoglobine diminue. Ajoutons aussi que les composés qui paraissent ralentir cette coagulation sont en majorité thermolabiles, solubles dans l'alcool et dialysables. Remarquons, enfin, que la propriété coagulante appartient à nombre de tissus et, en mettant en jeu un facteur mécanique dans des recherches relatives à l'étude des attributs toxiques des humeurs, cette propriété expose à l'erreur.

En présence des résultats obtenus, il était intéressant de se demander si, en dehors des éléments (composés antagonistes, concurrence vitale, oxygène, acide carbonique, corps ammoniacaux, phénol, diastases, mucus, épithélium, leucocytes, etc.), que nous avons reconnus propres à atténuer les poisons intestinaux, il n'était pas possible de faire naître des anticorps.

Pour la bile, nos essais ont été négatifs; nous avons même constaté que, contre sa propre bile, le lapin n'est pas sensiblement protégé. Cependant, on a soutenu qu'un animal est plus ou moins immunisé contre ses propres poisons; en outre, bien que, si l'on ne change pas d'espèce, les cytotoxines et leurs anticorps se développent malaisément, ces sortes d'auto-injections, conséquences des reprises entéro-hépatiques d'une partie de ce liquide, pouvaient, à la rigueur, permettre de penser que l'augmentation de la résistance à la toxicité biliaire était chose réalisable. Ces résultats sont peut-être dus à ce que les principes biliaires les plus particulièrement toxiques ne sont pas résorbés en suffisante quantité ou sont plus ou moins complètement transformés au cours de ce circulus entéro-hépatique.

Pour le contenu intestinal, des expériences encore insuffisantes permettent d'entrevoir une solution positive.

En définitive, ces recherches mettent en évidence les variations de la

toxicité des produits intestinaux, associés à ceux qui viennent des annexes du tube digestif, du foie et de la muqueuse intestinale. De plus, ces mêmes expériences révèlent en partie le mécanisme et les conditions de ces influences toxiques.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique du massif de la Dent-Blanche.* Note de M. **Émile Argand**, présentée par M. de Lapparent.

Dans deux Communications précédentes [1], mon maître M. Maurice Lugeon et moi avons montré que les Alpes cristallines de la zone du Piémont, entre les vallées du Tessin et de l'Arc, sont formées par l'empilement de très grands plis couchés; nous avons de même établi que le massif de la Dent-Blanche est un lambeau de recouvrement taillé dans le plus élevé de ces plis.

Les progrès de l'exploration m'ont conduit à la découverte, dans ce grand massif de recouvrement, du pli frontal et d'une série de replis très puissants postérieurs à la mise en place de la nappe. Les éléments tectoniques du massif de la Dent-Blanche sont, en allant du bord externe au bord interne :

A. *Le pli frontal*, conservé sur une faible longueur dans l'éperon rocheux de Veisivi (Visivir), au sud d'Evolène. Son importance théorique est considérable; il fournit, en effet, la preuve mécanique du transport vers l'extérieur de la chaîne. La charnière gneissique, reposant sur la série mésozoïque, mesure au moins 1800^m d'épaisseur sur la rive droite du val de l'Arolla.

a. Le synclinal du Dolin, renfermant, outre divers niveaux du Trias, des brèches métamorphiques probablement liasiques; ce synclinal, vidé de son contenu mésozoïque, se poursuit dans les puissants contournements gneissiques de la Dent Perroc.

B. *L'anticlinal de la Za,* dont il ne subsiste que le noyau, accompagné de masses considérables du granite à amphibole dit *arkésine.*

Tous ces plis sont énergiquement déversés vers l'extérieur de la chaîne; à ce régime font suite :

b. Le synclinal du mont Collon; la charnière en est visible sur les deux rives du glacier de l'Arolla; le noyau est formé de roches basiques très diverses, surtout massives, englobant des lentilles de calcaires métamorphiques; le tout repose sur un fond de gneiss.

La dépression du glacier de l'Otemma est déterminée par ce synclinal.

C. *L'anticlinal des Bouquetins,* qui se propage vers le Sud-Ouest en formant la chaîne-frontière italo-suisse.

---

[1] *Comptes rendus,* 15 et 29 mai 1905.

c. Le synclinal de la Valpelline, formé de roches basiques très variées, accompagnées d'un puissant complexe de micaschistes grenatifères; ces diverses roches, bien étudiées par M. Novarese, renferment d'innombrables lentilles calcaires à tous les stades possibles de métamorphisme. Les formations que la Carte géologique suisse groupe sous le symbole Gl sont, dans la Valpelline, inséparables des roches basiques du type D et remplissent une notable partie du synclinal.

Il y a de très fortes raisons pour attribuer au moins la partie inférieure de ce complexe au Trias. Tout se passe en effet comme si, dans la série stratigraphique normale, telle qu'elle résulte de l'ensemble des données acquises sur la zone du Piémont, les roches basiques s'étaient simplement et en totalité substituées aux schistes lustrés, avec préservation relative des lentilles calcaires du Trias, de tout temps réfractaires au métamorphisme.

D. *L'anticlinal du Faroma,* répondant dans son ensemble à la crête qui sépare la Valpelline du Val Tournanche.

d. Le synclinal du mont Mary, de constitution analogue aux deux précédents.

Et enfin la tranche interne du massif de recouvrement, en repos anormal sur son substratum mésozoïque (fenêtre de Châtillon-Zermatt).

Ces trois derniers plis sont fortement repliés sur eux-mêmes et leur « plan » axial est devenu une surface nettement concave vers le Sud-Est; le déversement principal est vers l'intérieur de la chaîne. En outre, ils intéressent une portion considérable du substratum de la nappe; c'est ainsi que la bande triasique de Roisan-Saint-Barthélemy forme le cœur de l'anticlinal gneissique du Faroma, tandis que, sur le prolongement tectonique des synclinaux de la Valpelline et du mont Mary, on voit le substratum mésozoïque envelopper en faux-synclinaux des noyaux de gneiss (Gignod) ou de micaschistes (Chez Enry), qui ne sont eux-mêmes que la répercussion en profondeur des accidents superficiels de la nappe.

L'échelle de ces phénomènes, comparés à leurs analogues dans les zones externes des Alpes, est d'ailleurs gigantesque. La structure dite en *éventail de plis* est très apparente et la participation du substratum à ces replis montre que la nappe, pendant ou après sa mise en place, a été replissée absolument comme un massif autochtone.

A cette différence près, — et ce n'en est peut-être pas une si l'on veut bien songer que nous ignorons totalement ce qui se passe en profondeur sous l'éventail des Alpes franco-italiennes —, il y a, sinon au point de vue mécanique, du moins au point de vue de la morphologie des surfaces structurales, une indiscutable analogie entre l'éventail précité et celui de la Dent-Blanche. M. Lugeon a depuis longtemps conçu (¹) la possibilité de replis postérieurs à déversement interne dans des masses dont le mouvement principal s'est effectué vers l'extérieur et M. Kilian, avec une

(¹) Lugeon, *La Région de la Brèche du Chablais* (*B. S. G. F.*, t. VII, p. 623).

grande sagacité, a fortement insisté sur la généralité de ce type de dislocation dans les Alpes franco-italiennes.

La continuité des surfaces structurales est d'ailleurs parfaite entre la masse de la Dent-Blanche (*sensu stricto*) et celle du mont Mary. Celle-ci ne représente en somme qu'un paquet de replis subordonné à un grand ensemble. Il y a donc lieu d'étendre à la Dent-Blanche les considérations par lesquelles M. Lugeon et moi avons montré que le gneiss Sesia représente la racine de la masse Mary-Emilius. La nappe VI, ou nappe piémontaise supérieure, comprend donc les massifs de la Dent-Blanche, du mont Mary, du mont Emilius avec les lambeaux du Rafrè et du Pillonet; elle va s'enraciner dans la région la plus externe du gneiss Sesia.

Entre toutes ces masses, la continuité n'est interrompue que par l'érosion, et la surface structurale des gneiss ou des micaschistes, supportant les roches basiques et leurs intercalations calcaires, se poursuit indiscutablement jusqu'au bord externe de la zone d'Ivrée, dont la constitution ne fait guère que reproduire en grand les synclinaux du Collon ou de la Valpelline. Les régions moyennes et internes du gneiss Sesia supportent d'ailleurs des témoins étendus de la couverture à facies ivréen, conservés dans des synclinaux qui peuvent être fort aigus. Si l'on veut bien se représenter, non plus seulement en plan ou en coupe, mais *dans l'espace*, le solide complexe formé par la nappe VI, on voit que *les roches basiques du Collon, de la Valpelline et du mont Mary sont les restes, conservés grâce à des replis secondaires, de la partie couchée d'un grand synclinal. La queue de ce synclinal, fréquemment renversée vers l'intérieur de la chaîne, n'est autre que la zone d'Ivrée elle-même.*

Les points que nous avons cités ne sont pas les seuls où l'on puisse observer des restes de la portion couchée du grand synclinal basique.

M. Suess a depuis longtemps pressenti, à propos d'une région un peu plus orientale de la zone du Piémont, cette participation du matériel basique ivréen aux grands phénomènes tangentiels ([1]).

Les inductions du grand maître viennois peuvent aujourd'hui, en ce qui concerne la région dont nous venons de résumer les traits principaux, être appuyées d'un critère stéréométrique dont la rigueur ne laisse rien à désirer.

([1]) E. Suess, *Sur la nature des charriages* (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, nov. 1904).

GÉOLOGIE. — *D'Iférouane à Zinder*. Note de M. **R. Chudeau**, présentée par M. Alfred Giard.

L'Aïr est constitué dans sa partie nord par une pénéplaine silurienne et archéenne à pente légère vers le sud-ouest; une faille au nord d'Aouderas en a surélevé d'une centaine de mètres la partie méridionale. Sur cette plaine sont venus se greffer des accidents éruptifs récents qui constituent tous les reliefs notables de la région. Près d'Iférouane, un filon vertical de granite se rattache au Timgué; c'est, je pense, la roche que Lacroix rapproche des rhyolithes à ægyrine (*Comptes rendus*, janvier 1905). Les montagnes d'Aguellal, l'Agalok, etc., sont certainement volcaniques; les coulées cependant ne deviennent nettes qu'à partir du Bilat et surtout à Aoudéras, soit que les volcans du sud soient plus récents et moins mal conservés que ceux du nord, soit que les phénomènes d'intumescence aient joué le principal rôle dans la région. A partir d'Aoudéras, les manifestations volcaniques disparaissent rapidement.

Le Crétacé commence à 6^{km} environ au nord d'Agadez à Alaghsan, où il débute par un poudingue reposant sur l'Archéen. Son existence est encore certaine à Ouamé à plus de 300^{km} au sud. On peut, je crois, y distinguer trois niveaux définis par leurs caractères lithologiques et leur rôle géographique. A la base, des grès et des argiles violacées forment une grande plaine à vallées, souvent mal indiquées et très larges qui, s'il pleuvait, serait une région de marais. Cette plaine, dépendance du sultanat d'Agadez, ne porte pas de nom d'ensemble et fait encore partie de l'Aïr qui n'est pas une région naturelle. Elle est limitée vers le sud par une falaise haute de 30^m à 50^m, qui décrit un arc de cercle depuis In-Gall jusqu'au massif de Toureget (200^{km}). Le centre en serait à l'ouest d'Aoudéras. A Maraudet j'ai trouvé sur ses flancs des débris de Reptiles et de bois silicifié. Elle est due, je pense, à un accident tectonique en relation avec les volcans d'Aïr.

Le second niveau semble uniquement gréseux; il forme un plateau peu ondulé, couvert de brousse, le Tagama; les arbres ont le plus souvent 2^m à 3^m de hauteur, parfois 5^m et 6^m et sont espacés; sauf dans les dépressions, il n'y en a pas plus d'une cinquantaine à l'hectare. L'année 1905 a été exceptionnellement humide et le sol du Tagama était presque entièrement couvert dans sa partie ouest par la végétation annuelle. Les cours d'eau du Tagama, dirigés vers le sud-ouest, sont jalonnés de mares qui contiennent de l'eau pendant quelques mois; les puits, peu nombreux, sont profonds (Tiou Mousgou, 33^m). La brousse n'est habitée que temporairement par quelques nomades.

Le crétacé se termine par des argiles verdâtres, souvent gypsifères, contenant quelques bancs de grès et de calcaire avec nombreux fossiles (Huîtres et Ammo-

nites); le plus beau gisement est à la falaise de Béréré, où le Dr Heckenroth avait trouvé quelques Ammonites et que les indications du capitaine Lefebvre m'ont permis de retrouver. Ces argiles forment sur le plateau gréseux une série de plateaux peu étendus et peu élevés (30m au plus) protégés par un manteau de latérite. La région qu'elles définissent est la partie riche du Damerghou : les villages y sont nombreux et les cultures de mil importantes. Au sud et séparant le Damerghou du Demagherim le niveau gréseux et la brousse reparaissent.

Vers Ouamé, le pays change d'aspect; il est mamelonné plutôt qu'ondulé et coupé de longues rangées de collines nord-sud; la végétation n'est plus la même; les cultures sont fréquentes. Mais on voit mal le sol : les collines sont formées de quartzites blanches fortement redressées avec filons de quartz (Silurien?); quelques mamelons montrent à leur sommet des blocs de granite. Je ne sais pas si le crétacé pénètre profondément dans le pays; en tous cas, aussi bien au nord qu'au sud, j'ai pu voir nettement le caractère atlantique des côtes de la mer crétacée, dont la direction générale coupe presque à angle droit les plissements des terrains anciens.

Un trait notable de toute la région traversée est l'indécision et le caractère inachevé du réseau hydrographique : le Teloua a une pente rapide et des berges accusées; ses affluents sont des marais; les rivières de Tagama et du Damerghou sont des chapelets de mares et d'étangs. En Finlande et au Canada, l'érosion a commencé trop tard; ici elle a cessé trop tôt, mais les résultats sont comparables. Ce qui peut faire croire à première vue à une érosion profonde est tout simplement la dénudation éolienne, conséquence de la sécheresse : presque nulle part la terre végétale ne vient adoucir les formes topographiques.

La séance est levée à 4 heures et quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 février 1906.

(Suite.)

The Nautical Almanac and astronomical ephemeris for the year 1909, *for the meridian of the Royal Observatory at Greenwich*, pub. by order of the Lords Commissioners of the Admiralty. Edimbourg, 1905; 1 vol. in-8°.

Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie, herausgegeb. v.

Dr Med. ALBERT OPPELL; Teil VI : *Atmungsapparat,* v. A. OPPELL. Iéna, Gustav Fischer, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Ueber chitinöse Fortbewegungs-Apparate einiger (insbesondere fussloser) Insektenlarven, von Dr WILHELM LISEWITZ. Munich, E. Reinhardt, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Welche Vorzüge bietet die Generator-Gasfeuerung gegenüber der direkten Feuerung an Beispielen aus der Praxis allgemeinverständlich erlaüert, von ERNST SCHMATOLLA. Berlin, A. Seydel, s. d; 1 fasc. in-8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles; IIIe année, 4e période, t. XXI, n° 1, 15 janvier 1906. Genève; 1 fasc. in-8°.

Annalen der Physik, herausgegeb. v. PAUL DRUDE, Folge IV, Bd. XIX, Heft 1. Leipzig, Johann Ambrosius Barth; 1906; 1 fasc. in-8°.

Beiblätter zu den Annalen der Physik, herausgegeb. v. WALTER KÖNIG; Bd. XXX, Heft 1, 1906. Leipzig, Johann Ambrosius Barth; 1 fasc. in-8°.

The journal of the American Chemical Society; vol. XXVIII, n° 1, january 1906. Easton, Pa.; 1 vol. in-8°.

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Jahrgang XXXIX, n° 1, 1906. Berlin; 1 vol. in-8°.

Memorias y revista de la Sociedad cientifica Antonio Alzate, pub. bajo la dirección de RAFAEL AGUILAR Y SANTILLAN; Tomo XXII, nos 1-6, enero-junio de 1905. Mexico; 1 vol. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 MARS 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Les sous-oxydes de carbone;* par M. BERTHELOT.

L'oxyde de carbone possède les propriétés d'un corps non saturé, c'est-à-dire n'ayant pas atteint les limites de saturation caractéristique du carbone : deux des atomicités de cet élément y sont satisfaites, deux restent disponibles.

A ce titre, il possède l'aptitude à s'unir directement à l'oxygène pour former l'acide carbonique CO^2, au chlore pour former l'oxychlorure $COCl^2$, au soufre pour former l'oxysulfure COS; les mêmes considérations m'ont conduit à le combiner directement avec les bases alcalines, jouant un rôle équivalent à l'eau pour constituer l'acide formique et les formiates, dans lesquels la saturation du carbone est complète

$$CO + KOH = CKHO^2 \quad \text{équivalent à } CH^2O^2.$$

Ce caractère incomplet est propre aux composés organiques non saturés : propriété qui les rend aptes à se combiner aux autres corps, d'une manière générale, et à eux-mêmes en particulier, c'est-à-dire à former des polymères et leurs dérivés. En particulier, il tend à assimiler l'oxyde de carbone au méthylène, CH^2, carbure jusqu'ici non isolé, mais dont les condensations polymériques engendrent toute la série des carbures éthyléniques C^nH^{2n} et leurs dérivés, c'est-à-dire toute la série dite *grasse* en Chimie organique.

A ce titre, l'oxyde de carbone paraît susceptible de former, comme le méthylène, une série de polymères $C^n O^n$ et leurs dérivés. De même que les polymères du méthylène peuvent perdre de l'hydrogène, en engendrant de nouveaux carbures de saturation moindre, tels que

L'acétylène	$(CH^2)^2 - H^2 = C^2H^2$,
L'allylène	$(CH^2)^3 - H^2 = C^3H^4$,
Le crotonylène	$(CH^2)^4 - H^2 = C^4H^6$,
Le diallylène	$(CH^2)^4 - 2H^2 = C^4H^4$, etc.

On conçoit que l'oxyde de carbone condensé doit engendrer toute une série de dérivés parallèles, en perdant de l'oxygène, tels que

$(CO)^2 - O = C^2O$	correspondant à l'acétylène C^2H^2,
$(CO)^3 - O = C^3O^2$	correspondant à l'allylène C^3H^4,
$(CO)^4 - O = C^4O^3$	correspondant au crotonylène C^4H^6,

et des sous-oxydes moins oxygénés encore.

L'oxygéne ainsi séparé sera d'ailleurs susceptible de se porter sur une autre molécule de l'oxyde de carbone, préexistant ou régénéré par dissociation; de façon à produire quelque proportion d'acide carbonique, conformément à la formule générale

$$C^nO^n = C^{n-1}O^{n-2} + CO^2.$$

La série des sous-oxydes $C^{n-1}O^{n-2}$ pourra, à son tour, engendrer, par des réactions pyrogénées ultérieures, des séries nouvelles de sous-oxydes, plus condensés et moins riches en oxygène

$$C^{n-1}O^{n-p}.$$

Ce ne sont pas là des vues purement théoriques : l'expérience les confirme. En effet, on connaît quatre sous-oxydes de carbone, formés par des réactions convenables.

1. Le plus anciennement observé a été découvert par Brodie : c'est un corps solide, résultant de l'action prolongée de l'effluve électrique sur l'oxyde de carbone. J'en ai repris et approfondi l'étude [1].

D'après mes analyses, ce corps répond à la formule C^4O^3, c'est-à-dire,

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. X, p. 72.

comme je l'ai fait observer expressément, à la formule d'un anhydride tartrique $C^4H^6O^6 - 3H^2O$. Sa formation résulte de l'équation

$$5CO = C^4O^3 + CO^2.$$

C'est un anhydride acide, très soluble dans l'eau et dans l'alcool. Il forme des sels insolubles avec l'azotate d'argent, l'acétate de plomb, l'eau de baryte.

2. Ce corps chauffé vers 300° à 400°, dans une atmosphère d'azote, se décompose, en produisant volumes égaux et mesurés d'acide carbonique et d'oxyde de carbone, et il fournit un nouvel oxyde brun foncé, de la formule C^8O^3,

$$3C^4O^3 = 2(CO^2 + CO) + C^8O^3.$$

C'est un composé répondant à la formule d'un anhydride de l'acide dioxyphtalique $C^8H^6O^6$; et il représente, dans la série des sous-oxydes de carbone, la série aromatique; suivant une dérivation analogue à celle de la benzine, dérivée de l'acétylène, dans la série des carbures d'hydrogène.

3. Ce nouveau sous-oxyde est décomposable à son tour par la chaleur, en formant un carbone encore oxydé, c'est-à-dire un autre sous-oxyde plus riche en carbone.

Le progrès graduel dans la décomposition des sous-oxydes de carbone correspond ainsi au progrès de la destruction pyrogénée des carbures d'hydrogène, par élimination d'hydrogène et condensation du carbone, ainsi qu'au progrès des oxydes métalliques modifiés par élimination d'oxygène et condensation du métal.

4. A côté de ces sous-oxydes condensés du carbone, j'ai montré qu'il en existe un autre, plus simple et moins condensé; car il affecte l'état gazeux ou vaporisé au sein d'un excès d'oxyde de carbone [1], et il n'a pas été condensable par les moyens réfrigérants usités en 1891. L'existence de ce composé résulte de deux ordres de preuves.

D'une part, il se forme, en même temps que de l'acide carbonique, *sans dépôt de la moindre trace de carbone*, lorsque l'on chauffe l'oxyde de carbone absolument pur à une température voisine de 550°. L'oxygène nécessaire à la formation de l'acide carbonique, qui apparaît alors, est fourni nécessairement par une fraction correspondante d'oxyde de carbone; mais la proportion du sous-oxyde est limitée par un phénomène inverse de

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXIV, 1891, p. 126.

dissociation. J'ai indiqué ailleurs que ce sous-oxyde, en raison de sa grande volatilité, pourrait répondre à la formule C^2O.

D'autre part, en opérant avec l'oxyde de carbone pur, dans les mêmes conditions, avec cette différence d'élever la température jusqu'au rouge, il se dépose une petite quantité de carbone libre, corrélative de l'oxygène employé à former de l'acide carbonique et résultant de la décomposition du sous-oxyde. Or la dose relative de ce carbone libre n'augmente guère, même si l'on élève la température jusqu'au rouge vif. Cette circonstance, jointe à la formation de l'acide carbonique sans carbone libre à plus basse température, indique qu'il ne s'agit pas ici d'une dissociation directe de l'oxyde de carbone en acide carbonique et carbone libre : car une semblable dissociation devrait s'accroître rapidement avec la température. S'il en est autrement, c'est que la cause du phénomène réside dans un commencement de condensation moléculaire de l'oxyde de carbone, condensation qui ne se produit qu'entre certaines limites de température; le progrès en étant arrêté, ainsi que celui de la formation du sous-oxyde volatil qui en dérive, parce que ce sous-oxyde peu stable est décomposé avec régénération de carbone, à une température supérieure à celle de sa formation.

Si ce sous-oxyde gazeux, ou très volatil, répondait à la formule simple C^2O, ce serait un anhydride, dérivé de l'acide glycollique

$$C^2H^4O^3 - 2H^2O$$

et premier terme de la série $C^{n-1}O^{n-2}$, dont le composé formé par l'effluve représente un terme plus élevé.

En fait, un nouveau sous-oxyde volatil, de composition intermédiaire, le composé C^3O^2, vient d'être découvert et isolé, d'après un très intéressant Mémoire publié par MM. Otto Diels et Bertram Wolf dans le numéro du 24 février des *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, p. 689. C'est un liquide, qui bout à $+7°$, et qui se décompose spontanément. Les auteurs l'ont préparé en faisant réagir l'anhydride phosphorique sur l'éther malonique, c'est-à-dire qu'il représente un anhydride de ce dernier acide :

$$C^3H^4O^4 - 2H^2O = C^3O^2.$$

Nous ne pouvons qu'applaudir à leur succès; sauf à observer qu'il ne convient pas d'attribuer exclusivement à ce corps nouveau le nom de *sous-oxyde de carbone*, qui représente toute une famille de corps, et non une

espèce unique : il faut non seulement tenir compte des sous-oxydes déjà connus, mais prévoir la préparation prochaine de plusieurs autres.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques conséquences arithmétiques de la théorie des fonctions abéliennes*. Note de M. **G. Humbert**.

Considérons les fonctions abéliennes, (F), de deux variables u, v, aux périodes $1, 0$; $0, 1$; g, h; h, g', liées par la relation *singulière* d'invariant *cinq* :

$$g' = h + g. \tag{1}$$

Soit K une surface de Kummer dérivée des fonctions (F) par la représentation classique de M. Weber : on obtient les équations abéliennes des six plans singuliers de K qui passent par le point double O ($u = v = 0$) en annulant les carrés des six thêtas normaux impairs du premier ordre, c'est-à-dire, dans la notation de Weierstrass,

$$\vartheta_3^2(u, v) = 0, \quad \vartheta_{04}^2 = 0, \quad \vartheta_{02}^2 = 0, \quad \vartheta_{24}^2 = 0, \quad \vartheta_{13}^2 = 0, \quad \vartheta_1^2 = 0. \tag{2}$$

D'ailleurs, ces six plans touchent un cône quadrique C, à chaque plan tangent duquel on peut faire correspondre un argument unicursal : soient ∞, 1, 0, ω_1, ω_2, ω_3 les arguments des six plans (2), pris dans l'ordre indiqué ; les ω_i forment un des systèmes de modules de Richelot. On trouve, en utilisant les relations connues entre les carrés des six thêtas impairs, et en désignant par ϑ_0, ϑ_5, ... les valeurs des dix thêtas pairs pour $u = v = 0$, les relations

$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{lll} -\omega_1 = \dfrac{\vartheta_{23}^2 \vartheta_2^2}{\vartheta_0^2 \vartheta_{03}^2}, & -\omega_2 = \dfrac{\vartheta_{14}^2 \vartheta_2^2}{\vartheta_5^2 \vartheta_{03}^2}, & \omega_3 = \dfrac{\vartheta_{14}^2 \vartheta_{23}^2}{\vartheta_5^2 \vartheta_0^2}, \\ 1 - \omega_1 = \dfrac{\vartheta_{34}^2 \vartheta_4^2}{\vartheta_0^2 \vartheta_{03}^2}, & 1 - \omega_2 = \dfrac{\vartheta_{12}^2 \vartheta_4^2}{\vartheta_5^2 \vartheta_{03}^2}, & 1 - \omega_3 = \dfrac{\vartheta_{34}^2 \vartheta_{12}^2}{\vartheta_5^2 \vartheta_0^2}, \\ \omega_3 - \omega_2 = \dfrac{\vartheta_{14}^2 \vartheta_{12}^2 \vartheta_{01}^2}{\vartheta_5^2 \vartheta_0^2 \vartheta_{03}^2}, & \omega_3 - \omega_1 = \dfrac{\vartheta_{23}^2 \vartheta_{34}^2 \vartheta_{01}^2}{\vartheta_5^2 \vartheta_0^2 \vartheta_{03}^2}, & \omega_2 - \omega_1 = \dfrac{\vartheta_2^2 \vartheta_4^2 \vartheta_{01}^2}{\vartheta_5^2 \vartheta_0^2 \vartheta_{03}^2}. \end{array} \right.$$

D'autre part, si les périodes sont liées par la relation (1), il résulte de mes recherches antérieures qu'il existe un cône quadrique, de sommet O, tangent au premier des plans (2) et contenant les cinq arêtes de l'angle polyèdre formé par les cinq autres plans (2), pris dans l'ordre indiqué.

Cette condition géométrique entraîne, entre les arguments ω_i, la relation

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} 0 &= \sqrt{(\omega_1 - \omega_3)(\omega_1 - 1)(\omega_3 - 1)} \\ &\quad + \sqrt{\omega_1(\omega_2 - 1)(\omega_2 - \omega_3)} + \sqrt{\omega_3(\omega_2 - \omega_1)(\omega_2 - \omega_3)} = 0, \end{aligned}\right.$$

qui, si l'on y remplace les ω_i, $\omega_i - 1$, $\omega_i - \omega_j$ par leurs valeurs (3), devient, toutes réductions faites,

$$(5)\qquad \vartheta_{34}^3 - \varepsilon \vartheta_{12} \vartheta_5 \vartheta_0 - \varepsilon' \vartheta_{01} \vartheta_{14} \vartheta_{03} = 0,$$

ε et ε' désignant ± 1.

Pour déterminer ε, il suffit de supposer $h = 0$, et, par (1), $g' = g$; on reconnaît alors immédiatement que ϑ_{14} est identiquement nul, et que ϑ_{34}, ϑ_{12}, ϑ_5, ϑ_0 sont égaux à $+1$ pour $e^{\pi i g} = 0$; on a donc $\varepsilon = +1$, et un calcul analogue donnerait aussi $\varepsilon' = +1$.

En appliquant à la relation (5) toutes les transformations du premier ordre qui n'altèrent pas l'équation (1), ou encore en la combinant avec les relations classiques entre les dix thêtas pairs d'arguments nuls, on obtient neuf autres équations du même type; voici le Tableau complet de ces dix relations, où nous écrivons 4, 34, ... au lieu de ϑ_4, ϑ_{34}, ...:

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} 4^3 + 2.12.14 - 5.01.23 &= 0, \\ 03^3 - 2.\ 0.23 + 34.14.01 &= 0, \\ 2^3 - 0.23.03 - 4.12.14 &= 0, \\ 01^3 - 14.03.34 - 5.\ 4.23 &= 0, \\ 14^3 + 34.01.03 - 12.\ 2.\ 4 &= 0, \\ 23^3 - 5.\ 4.01 + 2.\ 0.03 &= 0, \end{aligned}\right.$$

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} 34^3 - 12.\ 5.\ 0 - 01.14.03 &= 0, \\ 0^3 + 2.03.23 - 12.34.\ 5 &= 0, \\ 5^3 - 0.34.12 - 23.\ 4.01 &= 0, \\ 12^3 + 14.\ 4.\ 2 - 0.\ 5.34 &= 0. \end{aligned}\right.$$

On déduit de là quelques conséquences arithmétiques intéressantes.

Dans la première équation (6) on a, pour ϑ_4, après remplacement de g' par $h + g$, la série

$$\vartheta_4 = \sum_{m=-\infty}^{+\infty} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} e^{\pi i g\left[m^2 + \left(n + \frac{1}{2}\right)^2\right] + \pi i h\left[2m\left(n + \frac{1}{2}\right) + \left(n + \frac{1}{2}\right)^2\right]},$$

dès lors, ϑ_4^3 est une somme de termes du type

$$e^{\pi i (Mg + Ph)}, \tag{8}$$

et le coefficient, dans ϑ_4^3, du terme (8) pour lequel M et P sont donnés s'obtiendra comme il suit. On posera

$$(9) \quad \begin{cases} M = m_1^2 + (n_1 + \frac{1}{2})^2 + m_2^2 + (n_2 + \frac{1}{2})^2 + m_3^2 + (n_3 + \frac{1}{2})^2, \\ P = 2m_1(n_1 + \frac{1}{2}) + (n_1 + \frac{1}{2})^2 + 2m_2(n_2 + \frac{1}{2}) + (n_2 + \frac{1}{2})^2 \\ \qquad + 2m_3(n_3 + \frac{1}{2}) + (n_3 + \frac{1}{2})^2, \end{cases}$$

et l'on déterminera toutes les solutions des équations (9) en nombres entiers, m_i, n_i, positifs ou négatifs; le coefficient cherché sera le nombre N de ces systèmes de solutions.

De même, dans le produit $\vartheta_5 . \vartheta_{01} . \vartheta_{23}$, le coefficient du terme (8) sera égal au nombre N′ des systèmes de solutions entières, μ_i, ν_i, des équations

$$(10) \begin{cases} M = \mu_1^2 + \nu_1^2 + (\mu_2 + \frac{1}{2})^2 + \nu_2^2 + (\mu_3 + \frac{1}{2})^2 + (\nu_3 + \frac{1}{2})^2, \\ P = 2\mu_1\nu_1 + \nu_1^2 + 2(\mu_2 + \frac{1}{2})\nu_2 + \nu_2^2 + 2(\mu_3 + \frac{1}{2})(\nu_3 + \frac{1}{2}) + (\nu_3 + \frac{1}{2})^2. \end{cases}$$

Enfin, dans le produit $\vartheta_2 \vartheta_{12} \vartheta_{14}$, le coefficient sera la quantité

$$\Sigma(-1)^{\mu_1 + \nu_2 + \mu_3 + \nu_3 + 1}.$$

On a ainsi, en vertu même de la première équation (6), la relation

$$N - N' + \Sigma(-1)^{\mu_1 + \nu_2 + \mu_3 + \nu_3 + 1} = 0. \tag{11}$$

Or les équations (9) et (10) montrent que $M - \frac{3}{4}$ et $P - \frac{3}{4}$ sont des entiers de même parité, et que $\mu_1 + \nu_2 + \mu_3 + \nu_3$ est pair : la relation (11) s'écrit dès lors

$$N = 2N'.$$

Ce résultat prend une forme bien plus intéressante si l'on ajoute membre à membre les relations (9) après avoir multiplié la seconde par la quantité $\frac{1}{2}(1 + \sqrt{5})$, *qui est une unité du corps quadratique* $\sqrt{5}$, et que nous désignerons par ρ. Il vient ainsi

$$M + P\rho = [m_1 + (n_1 + \tfrac{1}{2})\rho]^2 + [m_2 + (n_2 + \tfrac{1}{2})\rho]^2 + [m_3 + (n_3 + \tfrac{1}{2})\rho]^2,$$

et, réciproquement, cette équation entraîne les deux relations (9). On trouve de même, en partant de (10),

$$M + P\rho = (\mu_1 + \nu_1\rho)^2 + (\mu_2 + \tfrac{1}{2} + \nu_2\rho)^2 + [\mu_3 + \tfrac{1}{2} + (\nu_3 + \tfrac{1}{2})\rho]^2,$$

et l'on peut maintenant énoncer le théorème suivant, relatif aux *décompositions d'un entier du corps quadratique* $\sqrt{5}$ *en sommes de carrés de trois entiers* appartenant au même corps.

Si M_1 *et* P_1 *désignent des entiers ordinaires, positifs, nuls ou négatifs, de même parité, le nombre des décompositions de* $4M_1 + 3 + (4P_1 + 3)\rho$ *en somme de trois carrés du type*

$$(12) \quad [2m_1 + (2n_1 + 1)\rho]^2 + [2m_2 + (2n_2 + 1)\rho]^2 + [2m_3 + (2n_3 + 1)\rho]^2$$

est double du nombre des décompositions de la même quantité en somme de trois carrés du type

$$(13) \quad (2\mu_1 + 2\nu_1\rho)^2 + (2\mu_2 + 1 + 2\nu_2\rho)^2 + [2\mu_3 + 1 + (2\nu_3 + 1)\rho]^2.$$

Dans cet énoncé et dans les suivants les m_i, n_i, μ_i, ν_i sont des entiers ordinaires, positifs, nuls ou négatifs; deux décompositions (12) telles que $A^2 + B^2 + C^2$ et $B^2 + A^2 + C^2$ sont regardées comme distinctes, à moins que B ne soit identique à A.

La seconde équation (6) conduit au même théorème, la troisième et la quatrième donnent ce résultat :

Si M *et* P *sont des entiers ordinaires quelconques, le nombre des décompositions de* $4M + 3 + 8P\rho$ *selon la formule*

$$(2m_1 + 1 + 2n_1\rho)^2 + (2m_2 + 1 + 2n_2\rho)^2 + (2m_3 + 1 + 2n_3\rho)^2$$

est double de celui des décompositions de la même quantité selon la formule

$$(2\mu_1 + 2\nu_1\rho)^2 + [2\mu_2 + (2\nu_2 + 1)\rho]^2 + [2\mu_3 + 1 + (2\nu_3 + 1)\rho]^2.$$

Des deux dernières équations (6) on déduit que :

Si M *et* P *sont des entiers ordinaires quelconques, le nombre des décompositions de* $8M + 6 + (4P + 1)\rho$ *selon la formule*

$$[2m_1 + 1 + (2n_1 + 1)\rho]^2 + [2m_2 + 1 + (2n_2 + 1)\rho]^2 + [2m_3 + 1 + (2n_3 + 1)\rho]^2$$

est double de celui des décompositions de la même quantité selon la formule

$$(2\mu_1 + 2\nu_1\rho)^2 + [2\mu_2 + (2\nu_2 + 1)\rho]^2 + (2\mu_3 + 1 + 2\nu_3\rho)^2.$$

Enfin, les équations (7) donnent les propositions suivantes :

Soient M et P des entiers ordinaires quelconques; on considère les

décompositions de $4M + 4P\rho$ selon les deux formules

$$(I) \qquad (2m_1 + 2n_1\rho)^2 + (2m_2 + 2n_2\rho)^2 + (2m_3 + 2n_3\rho)^2,$$

$$(II) \quad [2\mu_1 + (2\nu_1 + 1)\rho]^2 + (2\mu_2 + 1 + 2\nu_2\rho)^2 + [2\mu_3 + 1 + (2\nu_3 + 1)\rho]^2.$$

1° Si $\frac{P(P-1)}{2} \equiv MP + 1 \bmod 2$, le nombre des décompositions (II) est égal à *huit* fois le nombre des décompositions (I); cette fois, les décompositions (I), qui diffèrent seulement par l'ordre des termes, ne comptent que pour une seule; une décomposition (I), dans laquelle deux des quantités $2m_i + 2n_i\rho$ sont égales, ne compte que pour $\frac{1}{2}$; enfin, les trois quantités $2m_i + 2n_i\rho$ ne peuvent être égales entre elles.

2° Si $\frac{P(P-1)}{2} \equiv MP \bmod 2$ et si $\frac{M(M-1)}{2} \equiv MP + M + P + 1 \bmod 2$, le le même énoncé subsiste.

3° Si $\frac{P(P-1)}{2} \equiv MP$ et $\frac{M(M-1)}{2} \equiv MP + M + P \bmod 2$, le nombre des décompositions (II) est *quatre* fois celui des décompositions (I) avec les conventions que voici : les décompositions (I) qui ne diffèrent que par l'ordre des termes ne comptent que pour une; celles ou deux au moins des quantités $2m_i + 2n_i\rho$ sont égales comptent pour *zéro;* de plus, si M est pair, une décomposition où tous les m_i et tous les n_i ont la parité de P compte pour *zéro;* si M est impair, une décomposition où tous les m_i ont la parité de P + 1 et tous les n_i la parité de P compte également pour *zéro*.

On obtiendrait des propositions de même nature en faisant $g' = h + g$ dans les relations classiques entre les dix thêtas pairs d'arguments nuls, et d'autres, moins banales, en partant d'équations spéciales au cas de la relation (1), telles que celles-ci :

$$5.\ 0.14^2 - 12.34.23^2 + 2.4.03.01 = 0,$$
$$34.14.23^2 + 01.03.12^2 - 0.2.\ 4.\ 5 = 0, \qquad \ldots$$

qu'on déduit assez aisément, au nombre de quinze, des équations (6) et (7).

Enfin les relations entre les dix thêtas, qui caractérisent les cas singuliers $g' = 2g$, $g' = 3g$, conduisent à des propositions sur les décompositions en carrés des entiers appartenant aux corps quadratiques $\sqrt{2}$ et $\sqrt{3}$.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Propagation du mouvement autour d'un centre, dans un milieu élastique, homogène et isotrope : étude de l'onde produite sans changements de densité.* Note de M. J. **Boussinesq.**

I. Si l'on appelle ξ', η', ζ' ce qu'il faut ajouter à ξ_1, η_1, ζ_1 pour obtenir les déplacements effectifs ξ, η, ζ ([1]), ces déplacements complémentaires vérifieront, comme on a vu, les trois équations de mouvement prises sans seconds membres; et l'on aura, pour régir, par exemple, ξ', la relation

$$(1) \qquad \frac{d^2\xi'}{dt^2} = a^2\Delta_2\xi'.$$

C'est encore l'équation du son, mais dans un fluide où la vitesse de propagation serait a et non plus A. Les valeurs initiales de ξ' et de sa dérivée en t égaleront respectivement, si nous appelons $\xi_0(x, y, z)$ et $\Xi_0(x, y, z)$ celles de ξ et de $\frac{d\xi}{dt}$, les excédents de ξ_0 et Ξ_0 sur $\frac{d\Phi_0}{dx}$ et $\frac{d\Pi_0}{dx}$, qui expriment les valeurs initiales de ξ_1 et de $\frac{d\xi_1}{dt}$. Par suite, le déplacement complémentaire ξ' se formera en retranchant, de son expression relative au cas où l'on aurait

$$(2) \qquad (\text{pour } t = 0) \qquad \xi' = \xi_0(x, y, z), \qquad \frac{d\xi'}{dt} = \Xi_0(x, y, z),$$

son expression relative au cas où l'on aurait

$$(3) \qquad (\text{pour } t = 0) \qquad \xi' = \frac{d\Phi_0}{dx}, \qquad \frac{d\xi'}{dt} = \frac{d\Pi_0}{dx}.$$

Or, cette dernière expression vérifiera, évidemment, toutes les conditions (1), (3) la déterminant, si on lui donne la forme $\frac{d\Phi'}{dx}$, en assujettissant Φ' aux relations suivantes, desquelles (1) et (3) résultent par une dérivation en x :

$$(4) \qquad \frac{d^2\Phi'}{dt^2} = a^2\Delta_2\Phi'; \qquad (\text{pour } t = 0) \ \Phi' = \Phi_0 \quad \text{et} \quad \frac{d\Phi'}{dt} = \Pi_0.$$

([1]) Voir les précédents *Comptes rendus*, p. 480.

II. Cela posé, si l'on remplaçait, dans celles-ci, Φ' par Φ et a par A, l'on aurait, avec l'équation indéfinie $\frac{d^2\Phi}{dt^2} = A^2\Delta_2\Phi$ qui régit effectivement Φ, les conditions initiales justement impliquées par l'expression *première* $\Phi_0 + \Pi_0 t$ de Φ donnée au n° V de ma précédente Note. Donc Φ' se déduira de Φ en mettant a pour A. Et l'on aura, d'après le n° VI de cette Note,

$$(5)\quad \begin{cases} \Phi' = \int_\varepsilon^{at-R} d\delta \int_\varepsilon^\delta \theta'\, d\delta, \\ \text{avec} \\ \theta' = \frac{1}{4\pi a^2}\frac{d}{dt}\int_\sigma \frac{f(x_1, y_1, z_1)\, d\sigma}{t} + \frac{1}{4\pi a^2}\int_\sigma \frac{F(x_1, y_1, z_1)\, d\sigma}{t}, \end{cases}$$

formule où il doit être entendu que les sphères σ sont, ici, décrites, toujours autour du centre (x, y, z), avec le rayon at (et non plus At), δ désignant en outre, dans θ', la différence $at - R$, ou $at - \sqrt{x^2+y^2+z^2}$.

Comme, d'ailleurs, l'expression de ξ' vérifiant (1) et correspondant aux données (2) d'état initial se forme de la même manière que la fonction θ' régie par une équation indéfinie pareille et par les données initiales $f(x, y, z)$, $F(x, y, z)$, il viendra finalement

$$(6)\quad \xi' = \frac{1}{4\pi a^2}\frac{d}{dt}\int_\sigma \frac{\xi_0(x_1, y_1, z_1)\, d\sigma}{t} + \frac{1}{4\pi a^2}\int_\sigma \frac{\Xi_0(x_1, y_1, z_1)\, d\sigma}{t} - \frac{d\Phi'}{dx}.$$

III. Les deux premiers termes sont nuls, d'après ce que nous avons vu pour θ, en dehors des deux limites $at - R = \pm\varepsilon$; et ils expriment ainsi, conjointement avec les termes analogues de η' et de ζ', une onde sphérique d'épaisseur 2ε, dont le rayon moyen, égal à at, grandit de a par unité de temps. Mais le troisième terme, en Φ', nul encore pour $at - R > \varepsilon$, c'est-à-dire à l'arrière de cette onde, ne l'est pas à l'avant, pour $at - R < -\varepsilon$, où Φ' a évidemment la même valeur, $\Phi_0 + \Pi_0 t$, que Φ. Seulement, tandis que, aux grandes distances R de l'origine, ce troisième terme est, comme les deux premiers, de l'ordre de $\frac{1}{R}$ entre les deux limites $at - R = \pm\varepsilon$, il passe, comme on a vu pour les dérivées de Φ, à un ordre de petitesse supérieur, le second au moins, pour $at - R < -\varepsilon$, cas où sa valeur est $-\frac{d\Phi_0}{dx} - \frac{d\Pi_0}{dx}t$, c'est-à-dire égale et contraire à celle de ξ_1 pour $At - R < -\varepsilon$.

En résumé, *l'onde partielle que représentent les déplacements complémentaires* ξ', η', ζ', *d'épaisseur* 2ε *comme celle qu'exprimaient* ξ_1, η_1, ζ_1, *mais de*

rayon moyen at et non plus $\mathrm{A}t$, *se trouve précédée, comme elle, d'une tête de longueur indéfinie, où les déplacements sont sans cesse égaux et contraires à ce qu'ils sont dans la sienne aux mêmes points de l'espace.*

IV. De même que l'expression *approchée* (8) de Φ, dans ma précédente Note, nous a donné pour sa dérivée première en x, aux grandes distances R de l'origine, le quotient, par R, d'une fonction de $\mathrm{A}t - \mathrm{R}$, nulle hors des limites $\mathrm{A}t - \mathrm{R} = \pm \varepsilon$, de même aussi la dérivée en x de $-\Phi'$ donnera, au second membre de (6), le quotient, par R, d'une fonction de $at - \mathrm{R}$ nulle hors des limites $at - \mathrm{R} = \pm \varepsilon$; et, comme il en sera visiblement de même des deux termes précédents en ξ_0 et Ξ_0, l'expression *approchée* de ξ' pourra s'écrire, sauf erreur comparable à l'inverse de R^2,

$$(7) \qquad \left(\text{pour } \frac{\mathrm{R}}{\varepsilon} \text{ très grand}\right) \qquad \xi' = \frac{\varphi(at - \mathrm{R})}{\mathrm{R}},$$

φ désignant une fonction *rapidement* variable de $at - \mathrm{R}$, nulle hors des limites $at - \mathrm{R} = \pm \varepsilon$ et, en outre, *lentement* variable avec x, y, z quand changera la direction du rayon vecteur R.

Par conséquent, dans l'onde exprimée par les valeurs de ξ', η', ζ', entre les limites $at - \mathrm{R} = \pm \varepsilon$ où les déplacements sont sensibles de l'ordre de $\frac{1}{\mathrm{R}}$, chaque déplacement se transmet le long des rayons R prolongés, avec la célérité a, en s'atténuant, peu à peu, comme l'inverse de la distance R au centre.

V. La vitesse des molécules suivant les x, $\frac{d\xi'}{dt}$, y a, toujours sauf erreur comparable à l'inverse de R^2, une relation très simple avec la dilatation linéaire correspondante $\frac{d\xi'}{dx}$. Car celle-ci, qui s'obtient sensiblement en ne faisant changer que la variable principale $at - \mathrm{R}$, est, à ce degré d'approximation,

$$(8) \qquad \frac{d\xi'}{dx} = \frac{-\varphi'(at - \mathrm{R})}{\mathrm{R}} \frac{d\mathrm{R}}{dx} = -\frac{\varphi'(at - \mathrm{R})}{\mathrm{R}} \frac{x}{\mathrm{R}} = -\frac{1}{a} \frac{d\xi'}{dt} \frac{x}{\mathrm{R}}.$$

On aura des valeurs analogues pour $\frac{d\eta'}{dy}, \frac{d\zeta'}{dz}$; et la dilatation cubique *correspondante,* somme des trois dilatations linéaires suivant les axes, sera

$$(9) \qquad \frac{d\xi'}{dx} + \frac{d\eta'}{dy} + \frac{d\zeta'}{dz} = -\frac{1}{a}\left(\frac{d\xi'}{dt} \frac{x}{\mathrm{R}} + \frac{d\eta'}{dt} \frac{y}{\mathrm{R}} + \frac{d\zeta'}{dt} \frac{\zeta}{\mathrm{R}}\right),$$

c'est-à-dire le quotient, par $-a$, de la *composante de la vitesse suivant le*

rayon vecteur R *prolongé*, qui est la normale aux surfaces sphériques d'onde. Or, les premiers déplacements partiels ξ_1, η_1, ζ_1 donnant déjà la dilatation cubique *effective*, celle-là (9) est nulle. Par conséquent, dans l'onde qu'expriment ξ', η', ζ', la vitesse des molécules, aux grandes distances R du centre d'ébranlement, est sans cesse perpendiculaire aux rayons vecteurs. C'est bien dire que *les mouvements y sont transversaux*, ou se font dans les plans tangents aux surfaces d'onde.

VI. Nous n'avons relié qu'indirectement, aux données effectives d'état initial, les déplacements ξ', η', ζ' de la deuxième onde partielle, puisque nous avons fait dépendre en partie ξ', η', ζ' des valeurs initiales des déplacements et vitesses dans la première onde partielle, ou à mouvements longitudinaux, que nous avions calculée préalablement. Mais on pourrait aussi former ξ', η', ζ' indépendamment de ξ_1, η_1, ζ_1, en considérant les rotations moyennes

$$(10)\qquad \omega_x = \frac{1}{2}\left(\frac{d\zeta}{dy} - \frac{d\eta}{dz}\right),\qquad \omega_y = \frac{1}{2}\left(\frac{d\xi}{dz} - \frac{d\zeta}{dx}\right),\qquad \omega_z = \frac{1}{2}\left(\frac{d\eta}{dx} - \frac{d\xi}{dy}\right).$$

Comme ξ_1, η_1, ζ_1, dérivées partielles de Φ en x, y, z, s'en éliminent, ξ, η, ζ y sont réductibles à ξ', η', ζ' ; et il résulte alors de (1), ou de ses analogues en η', ζ', que ω_x, ω_y, ω_z vérifient la même équation du son que ξ', η', ζ'. Or les données d'état initial font connaître, pour $t = 0$, tant ces rotations moyennes que leur dérivée première en t. Par suite, l'intégrale générale de Poisson, appliquée à ω_x, ω_y, ω_z, permettra de les exprimer à toute époque t. Enfin, ξ', η', ζ' s'annulant pour t infini, deux intégrations en t, effectuées *sur place*, déduiront sans ambiguïté ξ', η', ζ' d'équations comme (1), mises sous la forme (aisée à obtenir)

$$(11)\qquad \frac{d^2\xi'}{dt^2} = 2a^2\left(\frac{d\omega_y}{dz} - \frac{d\omega_z}{dy}\right),\qquad \ldots.$$

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Le Haricot à acide cyanhydrique,* Phaseolus lunatus *L.* Note de M. L. GUIGNARD [1].

1. Dans ces derniers temps, il est arrivé des Indes en Europe, pour la nourriture du bétail, des quantités considérables de graines fournies par

[1] On trouvera ci-dessous, p. 586, une Note de M. Kohn-Abrest sur le même sujet, dont nous poursuivions l'étude l'un et l'autre simultanément, sans connaître cette coïncidence.

une espèce spéciale de Haricot, le *Phaseolus lunatus* Linné. Originaire de l'Amérique du Sud et probablement du Brésil, cette plante s'est répandue dans la plupart des contrées tropicales du globe, où elle a fourni de nombreuses variétés, souvent prises pour des espèces distinctes, sous les noms de *Ph. inamœnus* L., *Ph. amazonicus* Benth., *Ph. capensis* Thunb., *Ph. tunkinensis* Lour., etc. Au nombre de ces variétés ou races figurent les Haricots de Lima et de Sieva, qui sont abondamment cultivés pour l'alimentation de l'homme dans les deux Amériques, et ceux du Cap, qui entrent aussi dans l'alimentation en Afrique et à Madagascar.

A l'état sauvage ou subspontané, la plante a donné lieu à de nombreux empoisonnements, dus à l'acide cyanhydrique. Citons-en seulement quelques-uns (1).

Au siècle dernier, une centaine de Cafres, transportés comme esclaves à la Réunion, moururent le jour de leur arrivée après leur premier repas, dans lequel ils avaient mangé des graines de ce Haricot, auxquelles on donne, dans cette île, les noms de *Pois amers* ou *Pois d'Achery* quand ils proviennent de la plante sauvage. Puis ce furent une vingtaine de jeunes filles d'un pensionnat d'une île voisine qui s'empoisonnèrent avec ces mêmes graines récoltées au cours d'une promenade à la campagne.

A une date moins éloignée, en 1884, Davidson et Stevenson (2) observaient, à Maurice, deux cas d'empoisonnement dus à la même cause. En 1900, M. Boname (3), directeur de la station agricole de cette colonie, appelait de nouveau l'attention sur la toxicité de la plante (4).

En mars 1905, il arrivait des Indes à Rotterdam un chargement de 4000 balles de *Fèves de Kratok*, provenant d'une ou de plusieurs variétés de *Ph. lunatus*. Quatre personnes moururent empoisonnées par ces haricots (5).

---

(1) Nous en avons donné, avec la bibliographie du sujet, une relation assez détaillée dans une étude communiquée sur cette plante, au commencement du mois dernier, à la Société nationale d'Agriculture de France.

(2) A. Davidson et Th. Stevenson, *Poisonning by* Pois d'Achery (*The Practitioner*, 1884, t. XXXII, p. 435).

(3) *Rapport annuel sur la station agronomique de Maurice*, 1900, p. 94.

(4) Les auteurs ne paraissent pas avoir eu connaissance des recherches faites avant 1840, à la Réunion, par le pharmacien Marcadieu, qui montra le premier que le poison était l'acide cyanhydrique. Il semble d'ailleurs que ces recherches n'ont été publiées dans aucun recueil scientifique. Nous en avons connu, il y a longtemps déjà, le résultat essentiel par un journal hebdomadaire de la Réunion (*Le Sport colonial créole du lundi*, numéro du 18 juin 1883).

(5) A. Robertson et A.-J. Wijnne, *Blauwzuurvergifting na Gebruik van Kratokbohnen* (*Pharmac. Weekblad voor Nederland*, 13 mai 1903).

En novembre et décembre dernier, des graines de même nature, vendues sous le nom de *Fèves ou Haricots de Java*, occasionnaient de nombreux accidents chez les chevaux, les bêtes à corne, les porcs, dans trois localités du Hanovre (1).

On vient encore, il y a quelques jours seulement, de signaler en Belgique une douzaine de cas d'empoisonnement, dont quelques-uns foudroyants, chez des animaux nourris avec des graines ou de la farine qui, dans la plupart des cas, avaient été cuites (2).

Nous avons reçu de Paris, de Lyon, de Marseille, plusieurs échantillons de graines analogues portant, outre les noms ci-dessus indiqués, ceux de *Fèves de Birmanie, Haricots nains des Indes, etc.*, sur la nature desquels on désirait être renseigné. Tous les échantillons nous ont donné de l'acide cyanhydrique. En étendant nos observations à d'autres variétés très améliorées par la culture, telles que les Haricots de Lima, de Sieva, du Cap, nous y avons constaté aussi la présence du principe cyanogénétique, mais seulement en faible quantité. Malgré les grandes différences dans les caractères extérieurs de ces graines par rapport aux variétés plus proches de l'espèce sauvage, l'acide cyanhydrique trahissait ainsi leur descendance commune. Le principe qui lui donne naissance est la phaséolunatine, glucoside retiré dans ces dernières années des Pois d'Achery par MM. Dunstan et Henry (3). Sous l'influence de la diastase qui l'accompagne dans la graine et qui paraît analogue, sinon identique à l'émulsine, il se dédouble en glucose, acétone et acide cyanhydrique.

2. Indiquons d'abord les caractères morphologiques de quelques-unes des sortes commerciales de Haricots provenant des Indes et telles qu'elles nous ont été remises. Déjà, dans ces dernières années, nous avions reçu de Buitenzorg des graines de *Ph. lunatus*, grâce à l'obligeance de M. Treub,

---

(1) DAMMANN et BEHRENS, *Massenvergiftungen von Pferden, Rindern und Schweinen durch Blausäurehaltige Bohnen* (*Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, XIV Jahrg., n° 1, 6 janvier et n° 2, 13 janvier 1906).

(2) G. MOSSELMAN, *Empoisonnement de bêtes bovines par les graines de Haricot de Lima* (Phaseolus lunatus) *et recherches sur la toxicité de cette plante comestible* (*Ann. de Médecine vétérinaire*, n° 3, mars 1906, Bruxelles.)

La première partie seulement de ce travail a paru.

(3) R. DUNSTAN et T.-A. HENRY, *Cyanogenesis in Plants*. Pars III : *On phaseolunatine, the cyanogenetic glucoside of Phaseolus lunatus* L. (*Proceed. of the Roy. Society*, octobre 1903).

dont on connaît le beau travail physiologique sur cette plante [1]. Elles nous ont permis de reconnaître immédiatement l'origine botanique des graines du commerce, malgré les grandes variations de forme, de grosseur et de couleur présentées par ces dernières.

Les « Fèves ou Haricots de Java » du commerce offrent des teintes très diverses; on en distingue souvent une quinzaine dans un même échantillon. On y trouve le noir, le brun, le violet, le rouge violet, le violet rose, le marron, le grenat foncé, l'acajou plus ou moins clair, le havane, le chamois foncé ou clair, le blanc. La plupart des graines sont uniformément colorées; un certain nombre présentent des stries blanches sur fond noir ou violacé, où des stries noires ou violacées sur fond plus clair et de teinte variable [2].

Quelle qu'en soit la couleur, ces graines mesurent en moyenne 15^{mm} de long sur 10^{mm} de large. Presque toutes sont plus aplaties que les variétés du Haricot vulgaire, et, contrairement à ce qu'on observe dans ces dernières, le côté de l'ombilic est presque rectiligne. Un caractère important consiste en ce que l'une des moitiés ou extrémités est plus large que l'autre, la plus étroite étant celle qui loge la radicule embryonnaire. La moitié la plus large, au lieu d'être régulièrement convexe sur le côté opposé à l'ombilic, se montre ordinairement plus ou moins tronquée. La forme de la graine resssemble alors quelque peu à celle d'un triangle scalène. Ce caractère est d'autant plus apparent que la graine est plus aplatie, mais on le remarque presque toujours même dans les échantillons constitués par des graines plus petites et plus renflées que celles qui se rapprochent de la forme typique des semences de la plante sauvage. En tout cas, lorsqu'il cesse d'être apparent, la différence de largeur des deux moitiés de la graine reste toujours reconnaissable dans la plupart des semences indiennes. Et, même dans les variétés à très grosses graines, telles que celles du Cap, de Lima et de Madagascar, qui ressemblent davantage par leur forme à diverses variétés du Haricot vulgaire, cette inégalité se retrouve constamment dans quelques-unes d'entre elles. Un cent des graines de Java pèse environ 40^{g}.

Il existe également dans le commerce d'autres graines de l'Inde, que nous avons reçues sous le nom de *Haricots de Birmanie*. Il en est de deux sortes :

---

(1) Ces graines ont germé et donné des plants au Jardin botanique de l'École de Pharmacie.

(2) Nous en donnerons une Planche en couleur dans un autre Recueil.

les unes multicolores, les autres complètement blanches. Elles sont plus petites et plus renflées que les précédentes (¹).

Toutes les variétés du *Ph. lunatus*, quelles que fussent leurs formes et leur origine géographique, nous ont montré un caractère histologique spécial. Sous l'assise superficielle très épaisse du tégument de la graine, il existe une seconde assise nettement différenciée par ses cellules en forme de sablier ou de colonnettes à membranes épaissies. On la trouve aussi avec des caractères plus ou moins analogues dans les nombreuses variétés du Haricot vulgaire; mais, ici, chaque cellule renferme un cristal d'oxalate de calcium, qui fait toujours défaut dans les variétés *Ph. lunatus*.

3. L'acide cyanhydrique a été retiré par la distillation des graines pulvérisées et mises à macérer dans l'eau pendant 24 heures à +30°. Avant la distillation, on ajoutait une petite quantité d'acide sulfurique. Le dosage a été effectué avec une solution d'azotate d'argent titrée. Nous donnerons ailleurs les détails et les raisons du mode opératoire employé dans ces recherches.

Voici les résultats fournis par le dosage de l'acide cyanhydrique dans les différentes sortes ou échantillons de graines examinées. Les chiffres se rapportent à 100g de graine.

			Acide cyanhydrique pour 100.
1°	Haricots de Java,	reçus en 1904 de Java et présentant l'ensemble des caractères de l'espèce type..	g 0,102
2°	Id.	reçus en 1905........................	0,077
3°	Id.	échantillon du commerce comprenant des graines de toutes couleurs (²).........	0,066
3bis	Id.	même origine et mêmes caractères en apparence.........................	0,052
4°	Haricots de Birmanie,	mélange de graines colorées, renfermant seulement quelques graines noires et blanches................	0,015
5°	Id.	mélange sans graines noires ni blanches.	0,011
6°	Id.	(ou nains de l'Inde), graines toutes blanches........................	0,006
7°	Haricots de Madagascar,	colorés..........................	0,027
8°	Id.	blancs........................	0,008

(¹) Les Haricots du Cap, de Sieva, de Lima, sont décrits dans les *Plantes potagères* de Vilmorin-Andrieux, 1904, p. 339.

(²) Certains échantillons plus riches ont sans doute été retirés de la circulation.

		Acide cyanhydrique pour 100.
		g
9° Haricots du Cap marbrés, cultivés en Provence		0,008
10° Haricots de Lima, cultivés en Provence	à rame	0,004
	nains	traces
11° Haricots de Sieva, cultivés en Provence, à rame		0,004

Ainsi, toutes les races ou variétés du *Ph. lunatus*, même les plus améliorées par la culture, peuvent fournir de l'acide cyanhydrique.

Les chiffres qui précèdent montrent combien sont grandes les variations observées dans les divers échantillons exotiques. Elles dépendent évidemment des conditions de végétation et rappellent celles qui ont été trouvées antérieurement par divers auteurs. Davidson et Stevenson avaient obtenu, avec des graines de Maurice, 0g,250 d'acide cyanhydrique pour 100; MM. Robertson et Wijnne, avec des graines de l'Inde, 0g,210 pour 100; MM. Dammann et Behrens, avec des graines de Java, 0g,135 et 0g,110 pour 100; MM. Dunstan et Henry, avec des Haricots bruns de Maurice, 0g,090 pour 100; avec des Haricots de Maurice de couleurs plus claires, 0g,040 pour 100; avec des Haricots de toutes couleurs venus de l'Inde, 0g,004 pour 100 (1).

Les graines noires ont toujours été considérées comme les plus riches en principe cyanogénétique, tandis que les blanches seraient les plus pauvres (2). Aussi, avons-nous été quelque peu surpris d'obtenir un résultat différent en analysant séparément les graines noires, l'ensemble des autres graines colorées et les graines blanches d'un échantillon de Java (n° 3 *bis* du Tableau). En effet, pour 100 parties de chacune de ces trois catégories de graines, comparées à leur mélange, le dosage a donné les chiffres suivants :

	g	
1° Mélange des graines	0,052	pour 100
2° Graines noires	0,046	»
3° Graines autrement colorées qu'en noir	0,058	»
4° Graines blanches	0,052	»

(1) Ces haricots, introduits dans ces dernières années en Angleterre, portaient les noms de *Fèves de Rangoon*, de *Burma*, de *Paygia*. Leur coloration, d'après MM. Dunstan et Henry, variait du brun clair au brun foncé, avec des taches pourpres.

(2) Il est à peine besoin d'ajouter que la matière colorante, qui est localisée dans le tégument de la graine, n'a aucun rapport avec le glucoside cyanhydrique.

Ce résultat mérite de retenir l'attention, car il montre qu'il ne faut pas trop se fier à la couleur pour apprécier la richesse relative des graines en principe toxique.

Il y a lieu de faire remarquer que les graines blanches de cet échantillon n° 3 *bis* ressemblaient beaucoup aux graines blanches de Birmanie ou Haricots nains de l'Inde (n° 6), qui n'ont donné que $0^{g},006$ pour 100 d'acide cyanhydrique (ou même moins), tandis que les premières en ont fourni $0^{g},052$ pour 100. D'autre part, les graines multicolores de Birmanie (n° 4), qui se rapprochaient, par leurs teintes, de celles de Java, se sont montrées beaucoup plus pauvres que ces dernières. Par conséquent, tout en admettant que les graines blanches sont, d'une façon générale, les moins dangereuses, nous estimons qu'on agira prudemment en n'accordant confiance qu'à l'analyse.

4. Le danger de plusieurs sortes de ces haricots dans l'alimentation des animaux est d'autant plus à craindre qu'on les utilise ordinairement à l'état cru, et tout porte à croire que le principe cyanogénétique subit dans le tube digestif un dédoublement complet (¹). Ce danger ne doit plus être le même quand ils ont été soumis à la cuisson, mais les effets de celle-ci varient certainement suivant les conditions dans lesquelles elle a eu lieu. Nous n'indiquerons pas ici les essais, encore insuffisants, que nous avons pu faire à ce sujet. Pour le moment, il importe de ne pas oublier les accidents mortels survenus après l'ingestion des graines cuites. Comme la la chaleur détruit, à un moment donné, l'activité de l'émulsine pendant la cuisson, le glucoside peut rester en quantité plus ou moins grande et être décomposé dans le système digestif. Bien qu'aucune expérience physiologique n'ait encore été faite sur les animaux avec le glucoside retiré des graines, l'analogie qui existe entre ce composé et l'amygdaline permet de supposer qu'il doit se comporter de la même façon que cette dernière après son ingestion. Or, les expériences de Moriggia et Ossi (²) ont montré que l'amygdaline introduite par la bouche, sans émulsine, est parfois vénéneuse chez les animaux supérieurs, et surtout chez les herbivores, parce que le contenu de l'intestin peut faire l'office de l'émulsine.

(¹) On admet généralement que, pour l'homme, la dose mortelle d'acide cyanhydrique pur, anhydre, est voisine de $0^{g},06$, celle du cyanure de potassium pur de $0^{g},20$ à $0^{g},30$.

(²) MORRIGIA et OSSI, *L'amygdalina. Sperienze fisio-tossicologiche* (*Atti Accad. Lincei,* 1875).

M. E. Gérard [1] a constaté aussi que l'amygdaline est décomposée par le contenu de l'intestin grêle du lapin, avec formation d'acide cyanhydrique.

5. Comme conclusion pratique de nos observations, et en raison de l'intérêt qu'il y a à mettre, pour ainsi dire, entre toutes les mains un moyen facile de déceler la présence de l'acide cyanhydrique, nous signalerons un procédé nouveau qui nous paraît aussi sûr que sensible.

Il est fondé sur la propriété que possède l'acide cyanhydrique, même en quantité excessivement faible, de donner avec les alcalis et l'acide picrique une coloration rouge intense due à la formation de l'acide isopurpurique, indiquée par Hlasiwetz. Nous avons remarqué que cette coloration, que l'on produit ordinairement en chauffant, se manifeste également à froid après quelques heures. Elle apparaît de même sur un papier préparé de la façon suivante :

On trempe du papier buvard dans une solution aqueuse d'acide picrique au centième et on le laisse sécher; puis on l'imprègne de même d'une solution de carbonate de soude au dixième et on le met à sécher de nouveau, si on ne l'emploie de suite. Après dessiccation, il présente une couleur jaune d'or et se conserve parfaitement.

Une bande de ce papier picro-sodé, suspendue dans un tube à essai ordinaire, bouché après introduction de 1^{cm^3} à 2^{cm^3} d'un liquide contenant de l'acide cyanhydrique, prend peu à peu une coloration rouge orangé, puis rouge, sous l'influence des vapeurs de ce corps. Suivant la quantité d'acide et la température, la coloration est plus on moins rapide et intense. Avec $0^g,00005$ d'acide cyanhydrique, elle est rouge orangé après une douzaine d'heures; avec $0^g,00002$, elle est déjà perceptible après 24 heures.

Pour appliquer cette réaction à la recherche de l'acide cyanhydrique formé par les haricots, on en pulvérise quelques grammes, que l'on introduit de préférence dans un très petit ballon avec de l'eau, de façon à former une pâte liquide, et l'on suspend le papier à l'aide du bouchon. Avec 2^g de graines, qui ne donnaient que $0^g,015$ d'acide cyanhydrique pour 100, la coloration s'est produite du jour au lendemain à la température ordinaire.

Préparé de la façon indiquée, le papier ne se colore en rouge, croyons-nous, qu'en présence de la vapeur d'acide cyanhydrique. Le gaz sulfhydrique, qui donne avec l'acide picrique et les alcalis une coloration rouge

(1) E. Gérard, *Sur le dédoublement de l'amygdaline dans l'économie* (*Soc. de Biologie*, 1896, p. 44).

due à l'acide picramique, ne le colore pas; la coloration pourrait apparaître s'il était préparé, non avec du carbonate de soude, mais avec une solution d'alcali caustique. La présence de ce gaz serait d'ailleurs facile à reconnaître avec un papier à l'acétate de plomb.

En somme, pour la recherche de traces d'acide cyanhydrique, le papier picro-sodé n'offre pas les inconvénients de celui que l'on prépare avec la teinture de gayac et le sulfate de cuivre. Il a l'avantage de conserver pendant assez longtemps (surtout à l'obscurité) sa coloration caractéristique et, dans une expertise toxicologique, il pourrait servir de pièce à conviction.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de trois diméthylcyclohexanols secondaires.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe.**

On sait que la méthode de Sabatier et Senderens permet de fixer facilement 6^{at} d'hydrogène sur le phénol ainsi que sur les crésols, et d'obtenir de la sorte les alcools cyclohexaniques correspondants [1]. Nous avons pu appliquer la même méthode aux diméthylphénols ou xylénols, que fournit l'industrie chimique, savoir : les xylénols (1.2,4), (1.3,4) et (1.4,2). Les vapeurs de ces derniers (qui bouillent tous trois au-dessus de 210°) sont entraînées par un excès d'hydrogène sur du nickel réduit, maintenu entre 190° et 200°. On arrive ainsi aux trois diméthylcyclohexanols correspondants. Mais les conditions de la réaction ne sont pas les mêmes dans les trois cas.

1. En partant du *diméthyl*-1.2.*phénol*-4 (qui fond à 65° et bout à 225°), le rendement en alcool est peu satisfaisant : les deux tiers du xylénol sont réduits à l'état d'orthoxylène, bouillant à 141°. Le tiers seulement se transforme en un mélange d'alcool et de l'acétone correspondante (environ 3 parties d'alcool et 1 partie d'acétone). En séparant celle-ci par combinaison avec le bisulfite de sodium, on isole le *diméthyl*-1.2.*cyclohexanol*-4 :

$$CH^3-CH\begin{cases}CH^2-CH^2\\CH-CH^2\end{cases}CHOH.\quad (CH^3 \text{ sur le second } CH)$$

C'est un liquide incolore à odeur de cyclohexanol, qui bout à 189° (corr.).

(1) Paul Sabatier et Senderens, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 1025. — Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 356.

$d_4^0 = 0{,}9261$; $d_4^{16} = 0{,}9073$. Son indice de réfraction, par rapport à la raie D du sodium, est, à 16° : $n_D = 1{,}458$. On en déduit comme pouvoir réfringent moléculaire $P_D = 38{,}1$ (calculé 38,3).

Il fournit avec l'isocyanate de phényle un phényluréthane, cristallisé en aiguilles ou lames rhombiques peu inclinées, qui fondent à 119°.

Oxydé par le mélange chromique ou déshydrogéné sur le cuivre à 300°, il fournit la *diméthyl*-1.2-*cyclohexanone*-4, liquide incolore, d'odeur agréable, qui bout à 187° (corr.). Elle donne aisément une combinaison cristallisée avec le bisulfite de sodium.

Sa semicarbazone se présente en cristaux peu nets, qui fondent à 175° en se détruisant.

2. L'hydrogénation est beaucoup plus avantageuse avec le *diméthyl*-1.3-*phénol*-4 (qui fond à 26° et bout à 212°). Il ne se sépare que très peu de métaxylène, bouillant à 139°. Le produit de la réaction est constitué par l'alcool, contenant seulement une petite dose d'acétone, qu'on sépare à l'aide du bisulfite de sodium. On atteint ainsi avec un excellent rendement le *diméthyl*-1.3-*cyclohexanol*-4

$$CH^3-CH\begin{cases}CH^2-CH^2\\CH^2-CH\end{cases}CHOH. \quad (CH \text{ porte } CH^3)$$

C'est un liquide incolore bouillant à 176°,5 (corr.). $d_4^0 = 0{,}9235$; $d_4^{16} = 0{,}9119$. A 16° on a $n_D = 1{,}458$, ce qui conduit au pouvoir réfringent moléculaire $P_D = 38{,}3$ (calculé 38,3).

Son phényluréthane se présente en prismes courts brillants qui fondent à 96°.

L'éther acétique de cet alcool est obtenu facilement par l'action de l'anhydride acétique : c'est un liquide d'odeur pénétrante et agréable qui bout à 198° (corr.). $d_4^{14} = 0{,}9405$. A 14° on a $n_D = 1{,}442$, d'où $P_D = 47{,}3$ (calculé 47,1).

Cet alcool, déshydraté par le chlorure de zinc anhydre, fournit un *diméthyl*-1.3-*cyclohexène*-4, liquide incolore bouillant à 124°. $d_4^0 = 0{,}8210$; $d_4^{12} = 0{,}8122$. A 12° on trouve $n_D = 1{,}451$; d'où $P_D = 36{,}5$ (calculé 36,4). Ce carbure paraît identique à celui que nous avons antérieurement obtenu en déshydratant le diméthyl-1.3-cyclohexanol-3 (1).

Par oxydation au mélange chromique ou par déshydrogénation sur le cuivre à 300°, l'alcool fournit aisément la *diméthyl*-1.3-*cyclohexanone*-4, liquide incolore, qui bout à 176°,5 (corr.). $d_4^0 = 0{,}9210$; $d_4^{16} = 0{,}9124$. On a, à 16°, $n_D = 1{,}446$; d'où $P_D = 36{,}8$ (calculé 37,0). Cette cétone donne une combinaison cristallisée avec le bisulfite de sodium. La semicarbazone

(1) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 21.

se présente en belles lames rhombiques qui fondent en se décomposant à 190°.

3. Le *diméthyl*-1.4-*phénol*-2 (qui fond à 74° et bout à 211°,5) se laisse facilement hydrogéner sur le nickel sans séparation de xylène. Le produit de la réaction contient $\frac{9}{10}$ d'alcool et $\frac{1}{10}$ de l'acétone correspondante. En séparant cette dernière par le bisulfite de sodium, on isole le *diméthyl*-1.4-*cyclohexanol*-2.

$$CH^3 - CH\begin{cases} CH^2 - CHOH \\ CH^2 - \ \ CH^2 \end{cases}CH - CH^3.$$

C'est un liquide incolore d'odeur agréable qui bout à 178°,5 (corr.). $d_4^0 = 0,9218$; $d_4^{16} = 0,9073$. A 16° on a $n_D = 1,455$; d'où $P_D = 38,28$ (calculé, 38,34).

Son phényluréthane se présente en beaux prismes allongés qui fondent à 115°.

Par déshydrogénation sur le cuivre ou par oxydation avec le mélange chromique, cet alcool fournit aisément la *diméthyl*-1.4-*cyclohexanone*-2, liquide incolore qui bout à 176° (corr.). Elle se combine facilement avec le bisulfite de sodium. Sa semicarbazone est obtenue en feuillets nacrés rhombiques, qui fondent à 155° en se détruisant.

L'hydrogénation directe des xylénols nous a donc permis d'isoler trois des diméthylcyclohexanols secondaires sur les six qui sont prévus par la théorie [deux autres (1.3, 2) et (1.3, 5) avaient déjà été obtenus par d'autres voies]. Ainsi qu'on pouvait le prévoir, les points d'ébullition de ces trois alcools secondaires, 189°, 179°, 178°,5, sont notablement plus élevés que ceux, 166°, 169°, 170°, de leurs isomères tertiaires, que nous avons isolés il y a peu de temps.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Sur la Carte magnétique des Iles Britanniques*, par MM. **B. Baillaud** et **E. Mathias**.

Parmi les méthodes utilisées, depuis une trentaine d'années, pour la recherche de la loi de distribution régulière du magnétisme terrestre, à une date uniforme, dans un grand pays tel que les Iles Britanniques, l'Autriche-Hongrie ou la France, la plus ancienne paraît être *la méthode des districts*. Elle a été appliquée pour la première fois par le Dr Rijckevorsel dans la discussion des résultats de son réseau de l'archipel Indien [1], puis dans

(1) *Magnetische Opneming van den indischen Archipel in de Jaren* 1874-1877, gedaan door Dr van Rijckevorsel. Amsterdam, J. Muller, 1879.

son réseau magnétique de la Néderlande pour l'époque du 1er janvier 1891 (1). Une méthode toute semblable a été employée par Sir W. Rücker et M. Thorpe dans leur mémorable travail sur la Carte magnétique des Iles Britanniques (2); c'est d'ailleurs ce travail que nous visons plus spécialement dans ce qui suit.

Le pays dont il s'agit de faire la Carte magnétique est arbitrairement partagé en un petit nombre de *districts,* tels que chacun d'eux est supposé très grand par rapport aux anomalies magnétiques régionales les plus étendues qui peuvent exister dans son intérieur; on suppose en outre que les divers districts comprennent, par unité de surface, à peu près le même nombre de stations magnétiques, celles-ci étant nombreuses et distribuées aussi uniformément que possible.

Dès lors, la *station centrale* d'un district donné est définie par les moyennes arithmétiques des longitudes et des latitudes des stations étudiées du district, abstraction faite de l'altitude qui n'intervient pas d'une façon appréciable dans les pays peu montagneux. Les éléments magnétiques D, H, I de chaque station centrale sont les moyennes arithmétiques des éléments correspondants D, H, I de toutes les stations du district. Supposons qu'il s'agisse de trouver la loi de distribution régulière de la déclinaison D. On cherche une fonction empirique de la longitude et de la latitude géographiques astreinte : 1° à représenter les déclinaisons D des stations centrales avec des erreurs aussi faibles que possible; 2° à reproduire fidèlement l'allure générale des *courbes de district,* sortes de courbes brisées, formées de parties curvilignes régulières reliées par des courbes de raccordement et dont la genèse ne peut s'expliquer en peu de mots. Sir W. Rücker et M. Thorpe trouvèrent ainsi que la déclinaison D des stations régulières des Iles Britanniques au 1er janvier 1891 était donnée, *au sud du parallèle* de 54°30', par la formule

$$\begin{aligned} D = {} & 18^\circ 37' + 18',5\,(l - 49,5) - 3',5\cos[45^\circ(l - 49,5)] \\ & + [26',3 + 1',5\,(l - 49,5)](l - 4) + 0',01\,(\lambda - 4)^2 (l - 54,5)^2 \end{aligned}$$

(1) *A magnetic survey of the Netherlands for the epoch January* 1 1891, by Dr van Rijckevorsel, 1895.

(2) *A magnetic survey of the British Isles for the epoch January* 1 1886, by W. Rücker and Thorpe : *Phil. Trans.,* t. CLXXXI, 1890, p. 53. — *A magnetic survey of the British Isles for the epoch January* 1 1891, by W. Rücker and Thorpe : *Phil. Trans.,* t. CLXXXVIII, 1896.

dans laquelle la latitude l et la longitude λ sont exprimées en degrés et fractions de degré, les facteurs qui contiennent l et λ étant considérés comme purement numériques. L'expression précédente représente également la déclinaison au nord du parallèle de 54°,30 *pourvu que l'on supprime le dernier terme*

$$+0',01(\lambda-4)^2(l-54,5)^2.$$

Quant aux formules qui donnent la distribution régulière de H et de I, elles sont d'une forme plus compliquée encore et d'un calcul extrêmement pénible.

Or, la considération des stations centrales a simplement pour but d'obtenir, dans chaque district, une station idéale régulière, car les anomalies de toutes les stations se détruisent dans les moyennes, en vertu de la loi des grands nombres. En s'affranchissant de la condition accessoire et inutile des *courbes de district,* il est aisé de donner une solution simple, rapide et rigoureuse du problème de la distribution magnétique régulière. Il suffit de prendre comme station de référence une station quelconque, par exemple l'une des stations centrales, et de rapporter les éléments géographiques et magnétiques des autres stations centrales aux éléments correspondants de la station de référence. Soient alors Δ long., Δ lat., ΔD, ΔH, ΔI les différences des éléments primitifs et des éléments de la station de référence : on peut, comme l'ont fait antérieurement M. Liznar pour l'Autriche-Hongrie et M. Mathias pour la France, exprimer ΔD, ΔH, ΔI par des fonctions paraboliques du second degré de Δ long. et de Δ lat. Si n est le nombre des stations centrales, on obtient pour chaque élément magnétique n équations linéaires à 6 inconnues x, y, t, u, v telles que

$$\Delta D = x + y\,\Delta\text{long.} + z\,\Delta\text{lat.} + t(\Delta\text{long.})^2 + u(\Delta\text{long.})(\Delta\text{lat.}) + v(\Delta\text{lat.})^2,$$

que l'on résout par les moindres carrés. *La loi de distribution régulière ainsi obtenue pour les stations centrales devra s'appliquer à toutes les stations régulières du pays étudie.*

Nous nous sommes proposé de vérifier l'exactitude de cette manière de voir au moyen du réseau magnétique des Iles Britanniques à la date du 1er janvier 1891. La station centrale du district VI, qui est au milieu du Royaume-Uni et s'étend de 52° à 55° de latitude nord et de 3° à 8° de longitude ouest de Greenwich, a été prise pour station de référence. Ici on a

$$\text{Long.}: 5^\circ 35',2 \text{ (ouest)};\qquad \text{lat.}: 53^\circ 30',5;$$
$$D_0 = 20^\circ 46',0;\qquad H_0 = 0,17083;\qquad I_0 = 69^\circ 19',5.$$

Pour chaque élément magnétique il a fallu résoudre 9 équations linéaires à 6 inconnues, qui ont donné les résultats suivants, Δ long. et Δ lat. étant, ainsi que ΔD et ΔI, exprimés en minutes; ΔH étant exprimé en unités du cinquième ordre décimal :

Déclinaison.

$$(1)\quad \begin{cases} \Delta D = -0',108 + 0,53474\,(\Delta\,\text{long.}) + 0,34716\,(\Delta\,\text{lat.}) + 0,000021\,(\Delta\,\text{long.})^2 \\ \qquad + 0,000343\,(\Delta\,\text{long.})\,(\Delta\,\text{lat.}) - 0,000239\,(\Delta\,\text{lat.})^2. \end{cases}$$

Les différences (obs. — calc.) pour les 9 stations centrales, exprimées en minutes, sont respectivement :

$$-0',4,\quad +0',6,\quad -1',5,\quad +0',7,\quad -0',4,\quad +0',1,\quad -1',2,\quad +0',1,\quad +1',1.$$

Composante horizontale.

$$(2)\quad \begin{cases} \Delta H = -5,8 - 0,93078\,(\Delta\,\text{long.}) - 6,46527\,(\Delta\,\text{lat.}) + 0,000378\,(\Delta\,\text{long.})^2 \\ \qquad - 0,000179\,(\Delta\,\text{long.})\,(\Delta\,\text{lat.}) + 0,002292\,(\Delta\,\text{lat.})^2. \end{cases}$$

Les différences (obs. — calc.) pour les 9 stations centrales, en unités du cinquième ordre, sont respectivement :

$$-6,\quad +14,\quad -16,\quad +6,\quad -1,\quad +6,\quad 0,\quad -1,\quad -2.$$

Inclinaison.

$$(3)\quad \begin{cases} \Delta I = +0',6 + 0,10801\,(\Delta\,\text{long.}) + 0,60531\,(\Delta\,\text{lat.}) - 0,000033\,(\Delta\,\text{long.})^2 \\ \qquad + 0,000051\,(\Delta\,\text{long.})\,(\Delta\,\text{lat.}) - 0,000227\,(\Delta\,\text{lat.})^2. \end{cases}$$

Les différences (obs.) — (calc.) pour les neuf stations centrales sont respectivement en minutes :

$$+0',5,\quad -0',9,\quad +1',3,\quad -0',6,\quad +0',2,\quad -0',6,\quad +0',2,\quad -0',4,\quad +0',1.$$

Les formules (1), (2) et (3), qui représentent si bien les stations centrales des Iles Britanniques, donnent la loi de distribution régulière de la déclinaison, de la composante horizontale et de l'inclinaison dans le pays tout entier à la date du 1er janvier 1891. Elles donnent d'ailleurs, ainsi que nous nous en sommes assurés, pour les 882 stations du réseau de sir W. Rücker et de M. Thorpe, des valeurs calculées de D, H, I sensiblement identiques à celles que fournissent les formules empiriques de ces auteurs. Le Tableau suivant résume cette comparaison.

Moyennes générales des valeurs absolues des différences (observation—calcul).

District.	Déclinaison.		Composante horizontale.		Inclinaison.	
	B. et M.	R. et T.	B. et M.	R. et T.	B. et M.	R. et T.
I (Écosse).......	18′,3	18′,7	125	113	8′,7	7′,9
II..............	6,6	6,4	47	49	3,3	3,6
III.............	9,2	9,1	43	38	3,6	3,2
IV	9,8	9,7	43	41	3,6	3,4
V...............	8,6	8,8	71	72	5,1	5,1
VI	17,7	17,7	160	158	14,1	14,0
VII.............	5,1	5,1	29	27	2,2	2,2
VIII	7,6	7,8	56	58	4,5	4,8
IX..............	8,9	9,2	63	60	4,5	4,3

L'identité des moyennes des différences absolues données par les formules empiriques assurément compliquées de sir W. Röcker et de M. Thorpe et par les formules paraboliques se maintient pour tous les districts et pour tous les éléments magnétiques. Cela nous paraît démontrer l'exactitude des vues concernant l'emploi des stations centrales et dispenser de la considération *des courbes de district*. Enfin, le calcul des éléments des stations centrales d'un pays à l'aide d'un développement parabolique du second degré en fonction de la longitude et de la latitude géographiques paraît fournir, de la façon la plus simple et la plus claire, la loi de distribution régulière de chacun des éléments magnétiques de ce pays.

CORRESPONDANCE.

M. **Albert Heim**, élu Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à présenter une liste de deux candidats à la chaire de Botanique (Classification et Familles naturelles), devenue vacante au Muséum d'Histoire naturelle, par suite de l'admission à la retraite de M. *Bureau*.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner de* $0^m,16$ *d'ouverture) pendant le quatrième trimestre de* 1905. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

Il y a eu 33 jours d'observation dans ce trimestre, et voici les principaux faits qui en résultent :

Taches. — Le nombre de groupes de taches est moindre que dans le trimestre précédent, mais leur surface totale est bien supérieure : on a, en effet, 53 groupes au lieu de 58, et 9730 millionièmes au lieu de 7421.

Cette forte augmentation de l'aire tachée est due à la présence de groupes importants, parmi lesquels les quatre suivants ont été visibles à l'œil nu :

Octobre	20,3	à $+13^{\circ}$	de latitude
»	28,1	$+7$	»
Novembre.............	13,2	$+7$	»
Décembre.............	18,6	$+8$	»

La grande tache d'octobre, à $+13^{\circ}$ de latitude, à été remarquable par ses dimensions, la complexité de ses détails et les transformations rapides qui s'y sont produites. Cette tache est analogue à celle du mois de février, et, quoique moins considérable, elle compte parmi les plus grandes enregistrées.

Régions d'activité. — Le nombre des groupes de facules qu'on a pu noter est de 71 avec une surface totale de 98,0 millièmes (au lieu de 75 groupes et 84,2 millièmes précédemment). En ce qui concerne leur répartition, les groupes continuent à être moins nombreux dans l'hémisphère austral que dans l'autre (30 et 41, respectivement, au lieu de 35 et 40 dans le troisième trimestre).

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Octobre. — 0,00.			
5- 7	3	1,9		+ 7	980
29- 9	5	3,9		+21	258
5-10	5	5,8	−17		20
7-12	5	7,1		+14	37
5-10	5	7,9	− 7		31
7	1	8,7	−17		2
5-12	7	9,2		+ 9	58
12	1	11,8	−14		2
12		12,8	−15		3
18	1	14,1		+ 7	10
9-19	8	14,5		+12	281
		Octobre (suite.)			
15-25	7	20,3		+13	2183
25	1	25,1		+17	5
28	1	25,4	−14		7
23-28	5	28,1		+ 7	1343
	17 j.		$-14^{\circ},0$	$+11^{\circ},9$	
		Novembre. — 0,00.			
3	1	2,6		+ 6	24
3- 6	2	3,2	− 8		96
28- 8	4	3,7		+13	255

Novembre (suite.)

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
10	1	4,5	−14		34
3	1	8,5	−10		45
3-10	4	8,7		+20	56
6-10	3	10,3		+12	301
10	1	11,3	−22		11
10	1	11,4		+10	16
8-17	3	13,2		+7	731
10-17	2	15,1	−21		11
17	1	15,2		+11	9
10-17	2	16,3		+13	115
17	1	16,8	−16		103
17-24	3	21,1		+15	108
23-24	2	22,7		+10	7
23-30	3	24,3		+6	204
23-30	3	25,2		+8	143
23-30	3	25,5	−15		42
23-30	3	28,1	−15		45
24-30	2	29,9	−15		344
24-30	2	30,6	−14		330
	8 j.		−15°,0	+10°,9	

Décembre. — 0,00.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
30-6	2	1,8	−14		129
6	1	8,3		+9	78
6-12	3	9,7	−24		56
6-11	2	10,1		+5	24
11-18	3	12,9	−8		26
11-12	2	14,1	−18		15
12-19	3	18,5		+13	33
12-19	3	18,6		+8	331
18	1	18,9	−9		3
18-19	2	19,8		+9	116
18-19	2	19,8	−15		29
19	1	21,3		+12	12
27	1	22,2		+18	443
18-19	2	22,5		+8	12
29-2	3	29,1		+15	51
27-30	3	30,0	−13		122
	8 j.		−14°,1	+10°,8	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1905.	Sud. 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre....	»	»	»	5	1	6	9	4	4	1	»	»	15	5220
Novembre..	»	»	2	6	2	10	12	6	6	»	»	»	22	3030
Décembre...	»	»	1	4	2	7	9	5	4	»	»	»	16	1480
Totaux...	»	»	3	15	5	23	30	15	14	1	»	»	53	9730

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1905.	Sud. 90°-40°	40°-30°	30°-20°	20°-10°	10°-0°	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre....	»	»	3	7	3	13	18	7	8	3	»	»	31	38,5
Novembre..	»	»	2	6	1	9	10	4	5	1	»	»	19	30,4
Décembre...	»	»	2	6	»	8	13	2	8	3	»	»	21	29,1
Totaux...	»	»	7	19	4	30	41	13	21	7	»	»	71	98,0

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation des quadriques.* Note de M. **Luigi Bianchi.**

I. Dans mes dernières recherches sur la déformation des surfaces générales du second degré, j'ai reconnu l'existence d'un élément géométrique nouveau, qui doit jouer, il me semble, un rôle fondamental dans toute la théorie des *transformations* de cette classe de surfaces applicables. Il s'agit d'une classe particulière de congruences rectilignes W (1), dont les deux nappes de la surface focale sont applicables sur une même quadrique, d'ailleurs *quelconque.*

La première proposition fondamentale de la nouvelle théorie est donnée par le théorème suivant :

Théorème A. — *Toute surface* (S) *applicable sur une quadrique* Q (*quelconque*) *appartient, comme première nappe de la surface focale, à une double infinité de congruences* W, *dont la deuxième nappe* (S_1) *est applicable sur la même quadrique* Q.

C'est dans le passage de (S) à (S_1) que consiste une de nos ∞^2 *transformations* de la surface (S) applicable sur Q. Pour effectuer la transformation, on aura à intégrer une équation de Riccati, dont les coefficients contiennent une première constante arbitraire, la deuxième constante étant introduite par l'intégration. La présence de ces deux constantes arbitraires permet, pour *un* point P de (S), d'assigner comme l'on veut, dans le plan tangent à (S) en P, le point correspondant P_1 de (S_1), ce qui fixe la transformation. La première constante, qui figure dans l'équation de Riccati, sera désignée par σ et la transformation même sera dite *une transformation* B_σ.

Il résulte déjà des propriétés de l'équation de Riccati que l'application successive de la même transformation B_σ aux nouvelles surfaces (S_1) exigera seulement des quadratures et ainsi de suite indéfiniment.

II. On peut aller bien plus loin, en s'appuyant sur la deuxième proposition fondamentale qui résulte du théorème suivant :

Théorème B. — *Si, en partant d'une surface* (S) *applicable sur la qua-*

(1) J'appelle *congruence* W toute congruence rectiligne telle que sur les deux nappes de la surface focale les lignes asymptotiques se correspondant.

drique Q, *on a déduit deux pareilles surfaces* (S_1), (S_2), *à l'aide des deux transformations* B_{σ_1}, B_{σ_2}, *dont les constantes* σ_1, σ_2 *soient différentes, il existe une quatrième surface* (S'), *parfaitement déterminée, qui se trouve liée aux mêmes surfaces* (S_1),(S_2) *respectivement par deux transformations* B'_{σ_2}, B'_{σ_1}, *avec les mêmes constantes échangées* (1).

Cette proposition, à laquelle je donne le nom de *théorème de permutabilité*, démontre qu'il suffit d'intégrer la première équation de Riccati (pour une valeur quelconque de la constante σ), après quoi l'application indéfiniment répétée de la méthode de transformation n'exigera plus que des calculs algébriques sans aucune quadrature.

III. Je voudrais indiquer ici une première voie qui conduit à établir le théorème A. On sait que M. Darboux, dans ses belles recherches insérées dans le Tome CXXVIII des *Comptes rendus* (mars-avril 1899) et reproduites dans le Tome XVI (3e série) des *Annales de l'École Normale supérieure*, a fait dépendre la déformation des quadriques générales d'une classe particulière des surfaces isothermiques.

En poursuivant ces recherches de l'éminent géomètre, j'ai démontré (2) que, parmi les ∞^4 transformées de Darboux d'une telle surface isothermique *spéciale*, il y en a ∞^3 qui sont encore isothermiques *spéciales* de la même classe, c'est-à-dire telles que la quadrique associée Q reste la même. Il en résultait une méthode de transformation pour les surfaces applicables sur les surfaces générales du second degré. Je trouvé maintenant qu'*une telle transformation de Darboux se décompose en deux successives de nos nouvelles transformations* B_σ. Ces dernières fonctionnent donc vraiment en éléments simples, pour la théorie des transformations.

IV. Par les deux théorèmes A et B notre nouvelle théorie est sûrement fondée. Mais bien des développements sont encore nécessaires, surtout au point de vue *réel*, pour séparer les divers cas. Pour les quadriques de révolution et aussi pour les paraboloïdes généraux, j'ai déjà poussé jusqu'au bout les recherches indiquées dans deux travaux récents (3).

---

(1) On peut dire aussi que chaque couple de surfaces (S), (S_1), applicables sur la quadrique Q et liées entre elles par une B_{σ_1}, est changé par une B_{σ_2} quelconque en un nouveau couple de telles surfaces (S_2), (S'), qui sont encore liées par une B_{σ_1}.

(2) *Voir* mon Mémoire *Sulle superficie isoterme e sulla deformazione delle quadriche* (*Annali di matematica*, 3e série, t. XI, 1905).

(3) *Memorie della Società Italiana delle Scienze* (detta dei XL), 3e série, t. XIV, 1905, et *Annali di Matematica*, 3e série, t. XII, 1906.

En général les surfaces *réelles* applicables sur les quadriques (réelles ou imaginaires) se partagent en deux catégories. Pour toute surface (S) de la première catégorie les ∞^2 congruences W du théorème A sont réelles et les transformations simples B_σ conduisent de (S) à des surfaces dérivées (S_1) qui sont encore réelles. Dans l'autre catégorie les ∞^2 congruences W sont forcément imaginaires; mais alors il suffit de composer, d'une manière convenable, deux pareilles transformations simples, imaginaires conjuguées, pour avoir une transformation résultante réelle.

Ce sont, comme l'on voit, les mêmes circonstances désormais bien familières dans la théorie des transformations des surfaces à courbure constante négative ou positive (c'est-à-dire des surfaces applicables sur la sphère imaginaire ou réelle), qui se présentent encore ici pour les déformées des quadriques générales.

Je crois en pouvoir conclure que les congruences W introduites donnent pour la théorie de la déformation de toutes les quadriques une source géométrique féconde, qui est en même temps la plus simple et la plus naturelle.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les singularités des solutions des équations aux dérivées partielles du type elliptique.* Note de M. **Serge Bernstein**, présentée par M. Émile Picard.

Considérons l'équation

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = f\left(x, y, z, \frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}\right), \tag{1}$$

où $f\left(x, y, z, \frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}\right)$ est une fonction analytique des 5 variables x, y, z, $\frac{\partial z}{\partial x}$, $\frac{\partial z}{\partial y}$ régulière pour tout ensemble de valeurs réelles et finies de ces variables. Lorsqu'on se donne une solution z de l'équation (1) il est naturel de rechercher les relations qui existent entre ses singularités dans tout le plan et ses propriétés à l'intérieur d'un cercle C qui peut être aussi petit qu'on veut. J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, le 29 mai 1905, un résultat fondamental [1] que j'ai obtenu dans cette voie. Je me propose

[1] Voir également mon article *Sur la généralisation du problème de Dirichlet* (*Mathem. Ann.*, 1906).

aujourd'hui de compléter ce résultat par de nouvelles propositions que j'ai établies récemment.

Théorème A. — *Si une solution z de l'équation* (1) *est régulière pour toute valeur réelle finie de x et y, elle se réduit sur une circonférence quelconque* C *à une fonction entière de l'arc* θ.

Théorème B. — *Si, sur la circonférence* C, *z se réduit à une fonction analytique de l'arc $\varphi(\theta)$, telle qu'aux points singuliers les plus rapprochés de l'axe réel $|\varphi(\theta)| + \varphi'(\theta)|$ croît indéfiniment, la singularité de z la plus approchée du cercle* C *sera telle que* $|z| + \left|\frac{\partial z}{\partial x}\right| + \left|\frac{\partial z}{\partial y}\right|$ *croît indéfiniment.*

Si, au lieu de nous placer dans le cas général, nous supposons f *linéaire* par rapport à z, $\frac{\partial z}{\partial x}$, $\frac{\partial z}{\partial y}$, de sorte que l'équation (1) devient

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = \mathrm{A}(xy)z + \mathrm{B}(xy)\frac{\partial z}{\partial x} + \mathrm{C}(xy)\frac{\partial z}{\partial y} + \mathrm{D}(xy), \tag{2}$$

nous aurons de plus les propositions suivantes :

Théorème C. — *Le point singulier de z le plus rapproché du cercle* C *se confond avec le point singulier de la fonction harmonique qui prend les mêmes valeurs sur* C (*et par conséquent peut être facilement déterminé* a priori).

Dans le cas des équations linéaires, la réciproque du théorème A est également exacte, de sorte qu'on a :

Théorème D. — *Si, sur un cercle* C, *la solution z (régulière à son intérieur) se réduit à une fonction entière de l'axe θ, elle n'a pas de singularités réelles à distance finie.*

Si nous supposons, en outre, que A, B, C, D *sont des fonctions entières de x et de y*, nous pouvons indiquer encore deux propositions intéressantes :

Théorème E. — *Si, sur la circonférence* C, *le rayon de convergence de z considérée comme fonction de θ n'est jamais inférieur à* R, *les rayons de convergence des dérivées partielles de z d'ordre quelconque considérées comme fonctions de θ sont également supérieurs ou égaux à* R.

Le théorème D peut donc être complété de la façon suivante :

Corollaire. — *Si, sur un cercle* C, *z se réduit à une fonction entière de θ, elle se réduit sur un cercle quelconque ainsi que ses dérivées de tous les ordres à une fonction entière de l'arc.*

OPTIQUE. — *Sur la mesure des pertes de phase par réflexion.* Note de M. A. **Perot**, présentée par M. H. Becquerel.

La connaissance de la variation avec la longueur d'onde de la perte de phase produite par la réflexion de la lumière sur des surfaces de verre argenté, est indispensable pour la mesure des longueurs d'onde par les procédés basés sur l'emploi des phénomènes interférentiels dus aux lames argentées. La réunion internationale qui s'est tenue à Oxford, en septembre 1905, ayant décidé la détermination de la longueur d'onde d'un certain nombre de raies du spectre par ces méthodes, il me paraît intéressant d'indiquer un procédé de la mesure de la dispersion de ces pertes de phase.

Dans l'expression

$$2E = p\lambda,$$

où p (ordre d'interférence au centre des anneaux) est un nombre, en général, fractionnaire, E est, ainsi que nous l'avons fait remarquer, M. Fabry et moi-même [1], la distance qui sépare les plans idéaux sur lesquels se produit la réflexion, et, la position de ces plans dépendant de la longueur d'onde, tout se passe comme si l'épaisseur était légèrement variable avec celle-ci. En particulier pour les argentures employées par nous en 1901 à Marseille, cette épaisseur variait d'environ $9^{\mu\mu}$, la longueur d'onde passant de 6438^{A} à 4358^{A}; quoique faible, cette variation influe quelque peu sur le diamètre des anneaux observés et, par suite, sur la valeur trouvée pour λ si l'on ne fait pas de correction.

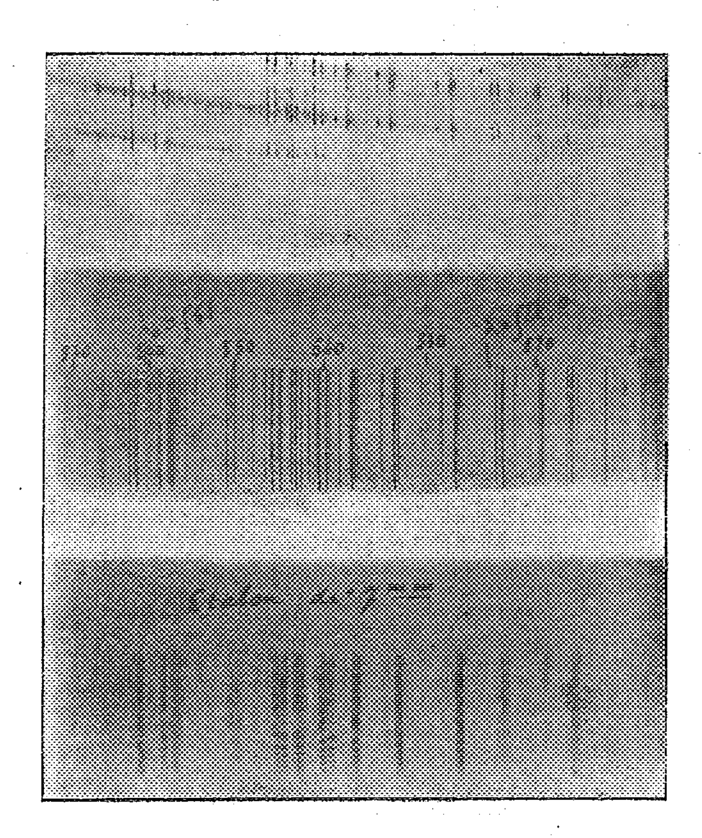
Ayant en vue d'effectuer les mesures de longueur d'onde dans toute l'étendue du spectre, j'ai été amené à chercher une méthode permettant de déterminer cette dispersion pour toutes les radiations.

Imaginons que, la lumière à étudier étant fournie par un arc électrique jaillissant entre des baguettes de fer, on intercale sur son trajet une lame mince prismatique argentée et que l'on projette l'image de cette lame sur la fente d'un puissant spectroscope. Les rayons passant par chaque point de la fente ont ainsi traversé une lame d'épaisseur déterminée; pour une radiation déterminée, on aura de la lumière aux points pour lesquels la différence de marche est un nombre entier de longueurs d'onde. L'ensemble de ces points dans les différentes raies, images monochromatiques de la fente, constitue des franges brillantes fines inclinées en général, qui correspondent à des numéros d'ordre variant d'une unité en passant de

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXV, janvier 1902.

l'une à la voisine. On réalisera ainsi une sorte de spectre cannelé à cannelures obliques.

Si, d'autre part, on trace dans le spectre une ligne normale aux raies, elle définira le lieu des images d'un point de la fente et correspondra à une même épaisseur géométrique de la lame mince.



Soient λ_0 et λ les longueurs d'onde correspondant aux points d'intersection de cette droite avec deux des courbes précédentes voisines.

S'il n'y avait pas de dispersion, on aurait rigoureusement

$$2e = k\lambda_0 = (k+1)\lambda,$$

d'où

$$k = \frac{\lambda}{\lambda_0 - \lambda};$$

la valeur trouvée ainsi pour k n'est jamais entière.

Si l'on tient compte de la dispersion, on écrira

$$2e + 2\varepsilon_0 = k\lambda_0,$$
$$2e + 2\varepsilon = (k+1)\lambda,$$

où e est l'épaisseur géométrique, ε la différence entre cette épaisseur et la distance des plans de réflexion, et k un entier, d'où

$$2(\varepsilon - \varepsilon_0) = \lambda - k(\lambda_0 - \lambda);$$

$2(\varepsilon - \varepsilon_0)$ sera donc le reste de la division de λ par $(\lambda_0 - \lambda)$.

On peut remarquer d'ailleurs que, si la lame est prismatique et le spectre produit par un réseau, les lignes précédentes seraient courbes, leur courbure étant due à la dispersion cherchée.

Le cliché qui accompagne cette Note a été obtenu avec l'aide de M. Jean Becquerel, en employant un spectroscope à deux prismes avec réflexion, la distance focale de la lentille étant $1^m,50$. Le cliché du milieu représente le spectre du fer de 5100^A à 5700^A. Au-dessous sont photographiés les anneaux produits dans les images de la fente élargie, par l'interposition d'une lame parallèle de 7^{mm} d'épaisseur, suivant le dispositif indiqué récemment par M. Fabry; enfin au-dessus est la photographie obtenue par l'interposition d'une lame de 4^{μ} environ d'épaisseur.

D'après cette photographie, la valeur de la dispersion des plans de réflexion en passant de la longueur d'onde 5625^A à 5253^A est $2^{\mu\mu},8$ environ, pour les argentures employées.

PHYSIQUE. — *Sur les phénomènes de phosphorescence.* Note de M. A. DEBIERNE, présentée par M. P. Curie.

Les phénomènes de phosphorescence sont généralement observés dans les circonstances suivantes : des corps particuliers, soumis à l'action de certaines radiations (lumière ordinaire et ultra-violette, rayons X, rayons cathodiques, rayons émis par les corps radioactifs, etc.) deviennent lumineux et la lumière qu'ils émettent est en général tout à fait différente, comme nature, de la radiation excitatrice. Elle ne peut pas être considérée comme une réflexion ou une diffusion de cette radiation et en général elle persiste un certain temps après qu'on a cessé de faire agir la radiation exci-

tatrice. Lorsque le corps phosphorescent a été exposé pendant très longtemps à certaines radiations, par exemple aux rayons du radium, on observe souvent une modification visible du corps phosphorescent, qui prend une coloration particulière. Les verres et les chlorures alcalins se colorent en brun, en violet ou en vert, les fluorines naturelles en violet et en vert, le quartz incolore devient identique au quartz enfumé, etc. Les corps colorés ainsi obtenus présentent alors un nouveau phénomène connu sous le nom de *thermoluminescence* (1). Lorsqu'on chauffe le corps coloré à une température suffisamment élevée, il émet de la lumière et en même temps il se décolore et semble reprendre son état primitif. On rencontre dans la nature des minéraux (surtout les fluorines) qui présentent directement ce phénomène de luminescence avec décoloration et l'on peut généralement les colorer à nouveau et les rendre capables de donner la thermoluminescence en les exposant au rayonnement du radium (2).

Les observations faites sur les corps thermoluminescents m'ont suggéré une interprétation très simple des phénomènes de phosphorescence (3). Dans le cas où il y a coloration du corps phosphorescent on peut dire que la radiation excitatrice a eu pour effet de transformer la matière primitive en matière colorée et que cette transformation est accompagnée d'une émission de lumière comme dans l'oxydation lente du phosphore. La matière colorée est peu stable et se détruit sous l'influence de la chaleur. Cette destruction de la matière colorée peut produire aussi une émission lumineuse, c'est la thermoluminescence. Si, pour faciliter le langage, je désigne la substance phosphorescente primitive sous le nom de *substance* P et celle colorée produite par la radiation excitatrice sous le nom de *substance* R, l'image du phénomène sera la suivante. La radiation excitatrice

---

(1) H. Becquerel, *Comptes rendus*, 4 déc. 1899.

(2) Il est naturel de penser que la coloration primitive du minéral a été produite par un rayonnement analogue. Peut-être pourrait-on utiliser cette remarque, qui a déjà été faite à plusieurs reprises, dans la recherche des minéraux radioactifs.

(3) J'ai déjà exposé le principe de cette interprétation dans un article intitulé : *Le radium et la radioactivité*, paru en janvier 1904 dans la *Revue générale des Sciences*. La plupart des hypothèses utilisées dans cette interprétation ont été émises antérieurement à propos de différents cas de phosphorescence; par exemple l'idée d'une modification particulière de certaines substances phosphorescentes a été émise autrefois par Edmond Becquerel dans son livre : *La Lumière*. Je crois cependant que le modèle précis que je donne dans cette Note pourra servir utilement dans les recherches, car il peut être adapté très facilement à tous les cas de phosphorescence.

transforme la substance P en substance R et la chaleur détruit la substance R soit en donnant de nouveau la substance P, soit en donnant une troisième substance R′ plus stable. La lumière de phosphorescence est alors considérée, non pas comme une transformation d'ordre physique de la radiation excitatrice, mais comme une forme de l'énergie dégagée dans des transformations des substances P et R.

Cette interprétation rend parfaitement compte des faits dans le cas où l'on voit une modification colorée et lorsqu'on constate le phénomène de thermoluminescence. Elle peut être généralisée facilement et appliquée à tous les cas de phosphorescence. On peut, en effet, admettre que, lorsque le corps ne se colore pas sous l'influence de la radiation, c'est que la substance R n'est pas colorée et, lorsqu'il n'y a pas de thermoluminescence, c'est, en général, parce que la substance R est très instable à la température ordinaire et se détruit spontanément après sa formation. La persistance de la phosphorescence peut alors être considérée comme une thermoluminescence se produisant à la température ordinaire. L'instabilité de la substance R à cette température permet alors d'expliquer facilement le phénomène de la persistance.

En résumé, je pense que les phénomènes de phosphorescence caractérisent des transformations particulières de la matière, comme les phénomènes de radioactivité caractérisent des transformations d'éléments chimiques et que, lorsqu'une radiation excite la phosphorescence d'un corps, celui-ci se transforme en substance particulière (substance R). Ces dernières substances sont peu stables et peuvent se détruire soit spontanément, soit sous l'influence de la chaleur ([1]).

Dans cette théorie, les causes qui peuvent influer sur l'aspect des phénomènes de phosphorescence sont assez nombreuses. En effet : 1° les transformations des substances P et R peuvent se produire avec une émission lumineuse plus ou moins intense et même certaines transformations pourront se produire sans émission de lumière, par exemple celle de la substance P en substance R; 2° les substances R peuvent être plus ou moins stables à la température de l'expérience, leur accumulation peut être très différente suivant la température et leur destruction peut s'effectuer avec des vitesses très différentes; 3° la première transformation étant celle de la substance P en substance R, la seconde peut être celle de la substance R en substance P, ou bien en une substance nouvelle qui pourra se détruire dans des conditions différentes; 4° on sait que les corps phosphorescents sont générale-

([1]) Certaines substances colorées, produites par le rayonnement du radium, sont également détruites par la lumière ordinaire.

ment des mélanges dans lesquels les impuretés jouent un rôle important et ces impuretés semblent constituer dans un grand nombre de cas la matière sensible à la radiation excitatrice, la matière principale jouant le rôle de diluant; lorsqu'un mélange contiendra plusieurs impuretés sensibles, il pourra se former plusieurs espèces de substances R ayant des propriétés très variées; 5° enfin, la nature de la radiation excitatrice pourra influer sur la nature des transformations et une même substance pourra ainsi donner des substances R différentes suivant la radiation excitatrice. Je crois que ces différentes influences permettront de comprendre et d'expliquer la très grande variété d'aspects des phénomènes de phosphorescence.

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'étude de l'anhydride sélénieux.* Note de M. **Œchsner de Coninck.**

J'ai d'abord déterminé les densités de différentes solutions aqueuses de SeO^2. Voici les résultats que j'ai obtenus :

Températures.	Quantités pour 100 de SeO^2 dissoutes.	Densités trouvées.
+15°,1	1	0,9923
+15,3	2	1,0068
+13	3	1,0200
+13	4	1,0302
+14,5	5	1,0346
+14,8	6	1,0402
+14,1	7	1,0535
+15	8	1,0571
+15,6	9	1,0719
+15,2	10	1,0743

Solubilité dans l'eau et dans différents véhicules organiques. — A +14°, 1 partie de SeO^2 se dissout dans 2,6 parties d'eau distillée.

A +15°,6, 1 partie de SeO^2 se dissout dans 2,54 parties d'eau distillée.

A +11°,3, 1 partie de SeO^2 se dissout dans 2,67 parties d'eau distillée.

Peu à peu, en lumière diffuse, et plus rapidement, à la lumière solaire, les solutions aqueuses de SeO^2 laissent déposer un sélénium rouge brun amorphe, insoluble à la température ordinaire dans le sulfure de carbone pur.

A $+14°$, 1 partie de SeO^2 se dissout dans 9,84 parties d'alcool marquant 93°.

A $+11°,8$, 1 partie de SeO^2 se dissout dans 15 parties d'alcool méthylique (bouillant à 65°-66° et purifié par distillation fractionnée).

SeO^2 est beaucoup moins soluble dans l'alcool méthylique du commerce.

A $+15°,3$, 1 partie de SeO^2 se dissout dans 23 parties d'acétone brute.

A $+12°,9$, 1 partie de SeO^2 se dissout dans 90 parties d'acide acétique cristallisable (fraîchement préparé).

Réaction de SeO^2 *avec* AzO^3H. — SeO^2 est placé dans un matras en présence d'un léger excès d'acide azotique blanc; on chauffe lentement, SeO^2 se dissout, puis il se dégage d'abondantes vapeurs nitreuses :

$$SeO^2 + 2(AzO^3H) = SeO^4H^2 + Az^2O^4.$$

L'acide sélénique a été caractérisé par son sel de plomb, SeO^4Pb.

Réaction de SeO^2 *avec* SO^4H^2 *ordinaire*. — J'ai chauffé peu à peu, jusqu'à l'ébullition, un mélange de $SeO^2 = 1$ partie; $SO^4H^2 = 1$ partie $\frac{1}{2}$. Il se forme surtout du *sulfoxyde de sélénium* $SeSO^3$, auquel j'ai reconnu les caractères indiqués par Weber, puis par Divers et Shimosé. J'ai observé en outre le dégagement d'une petite quantité d'hydrogène sélénié. Enfin, il y a séparation de sélénium rouge brun amorphe, insoluble, à la température ordinaire, dans le sulfure de carbone pur.

Réaction de SeO^2 *avec* PCl^5. — On mélange 1 molécule SeO^2 avec 2 molécules PCl^5, on chauffe progressivement; il se sépare de l'oxychlorure de phosphore et il se produit du tétrachlorure de sélénium :

$$SeO^2 + 2PCl^5 = SeCl^4 + 2(POCl^3),$$

$POCl^3$ a été caractérisé par son point d'ébullition et sa transformation en acide phosphorique. J'ai vérifié la sublimation du chlorure de sélénium et sa transformation en acide sélénieux par l'action de l'eau (Berzélius).

Réaction de SeO^2 *avec* PCl^3. — J'ai mélangé 1 molécule SeO^2 avec 2 molécules PCl^3. Vers 120°, $POCl^3$ distille et il y a séparation d'un sélénium brun foncé, amorphe, insoluble, à la température ordinaire, dans le sulfure de carbone pur :

$$SeO^2 + 2PCl^3 = Se + 2(POCl^3) \text{ (}^1\text{)}.$$

Réaction de SeO^2 *avec l'hydrazine*. — On mélange du chlorhydrate d'hydrazine avec un excès de SeO^2; à une faible chaleur, il se dégage de l'azote et il y a mise en liberté de sélénium rouge brun amorphe, entraîné par les gaz dégagés, tandis que dans le matras il reste du sélénium noir amorphe, insoluble dans le sulfure de carbone pur :

$$SeO^2 + Az^2H^4 = 2H^2O + 2Az + Se.$$

---

(1) La production de $POCl^3$ a été observée pour la première fois par Michaelis.

Réaction de SeO^2 *avec l'hydroxylamine* (¹). — A une température peu élevée, dégagement d'azote qui entraîne du sélénium rouge brun amorphe; dans le matras, il s'est formé du sélénium noir amorphe, insoluble dans CS^2 :

$$SeO^2 + 4(AzH^2.OH) = 4Az + 6H^2O + Se.$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les iodomercurates de calcium et de strontium.* Note de M. A. Duboin, présentée par M. L. Troost.

J'ai réussi à obtenir l'iodomercurate de calcium $CaI^2, HgI^2, 8H^2O$ en aiguilles transparentes, qui atteignent 5^{cm} de long, par évaporation lente, à l'air libre, d'une liqueur ayant la composition suivante (température, $9°,5$) :

Calcium	3,97 p. 100	3,97 p. 100
Mercure	21,84	21,57
Iode	52,80	52,80
Eau	21,39	21,66

Ces cristaux, analysés, ont donné des nombres qui concordent avec les nombres calculés; cette coïncidence ne se retrouve pas dans les corps suivants; il est vrai que la transparence des cristaux actuels est incomparablement plus grande :

Calcium	4,47 p. 100	»
Mercure	22,35	22,36 p. 100
Iode	56,96	56,98

Leur densité à 0° est 3,25.

Pour obtenir le produit correspondant de strontium $StI^2, HgI^2, 8H^2O$, j'ai préparé une liqueur saturée d'iodomercurate de strontium suivant le mode opératoire que j'ai souvent décrit. La liqueur saturée à 16°,5 a la composition suivante :

Strontium	7,12 p. 100	»
Mercure	20,40	20,48 p. 100
Iode	45,63	45,62
Eau	26,85	»

qui peut se représenter par la formule

$$StI^2, 1,24HgI^2, 18,09H^2O.$$

Sa densité à 16°,5 est 2,5.

Abandonnée à un léger refroidissement, elle laisse déposer de l'iodure de mercure

(¹) J'ai employé le chlorhydrate d'hydroxylamine.

et de petits cristaux de formule $SrI^2, 5HgI^2, 8H^2O$, semblables au sel correspondant de calcium.

Refroidie fortement, elle abandonne une très faible quantité de lamelles chatoyantes dont la composition (analyse III) est la même :

	Trouvé.			
	I.	II.	III.	Calculé.
Strontium.......	3,11	3,19	3,38	3,157
Mercure........	35,85	36,21	36,15	36,293
Iode............	55,02	55,07	54,93	55,311
Eau............	»	»	»	5,226

Leur densité à 0° est 4,66 (celle du sel de calcium correspondant était 4,69).

On peut obtenir ces cristaux en quantité plus grande en saturant la liqueur précédente d'iodure de mercure à 70° et laissant refroidir.

J'ai pu obtenir un deuxième iodomercurate de strontium cristallisé en évaporant lentement une liqueur ayant la composition suivante :

Strontium.............	7,85 p. 100	»
Mercure...............	21,22	21,22 p. 100
Iode..................	50,44	»
Eau...................	20,49	»

Les premiers cristaux qui se déposent sont peu allongés, assez transparents; la densité à 0° est 3,36; on obtient ensuite un deuxième dépôt sous forme de très longs prismes semblables au sel de calcium correspondant; les cristaux qui se déposent ultérieurement présentent un pointement très aigu, leur composition est la même; la densité diminue (3,29 pour les deuxièmes et 3,22 pour les troisièmes).

	Trouvé.						
	1er dépôt.		2e dépôt.		3e dépôt.		Calculé.
Strontium...	9,19	9,22	»	»	8,97	9,08	9,323
Mercure.....	21,41	21,23	21,44	21,48	21,47	21,47	21,285
Iode........	53,92	53,76	53,53	53,34	53,22	53,55	54,065
Eau.........	»	»	»	»	»	»	15,325

Les propriétés de ces produits sont les mêmes que celles des sels correspondants de calcium.

CHIMIE MINÉRALE. — *Nature de la décomposition d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre par quelques alliages de l'aluminium.* Note de M. H. PÉCHEUX, présentée par M. Ditte.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 5 juin 1905) j'ai indiqué la décomposition simultanée de l'eau et d'un sel (en solution) par quelques alliages de l'aluminium (étain-aluminium; bismuth-aluminium; magnésium-aluminium). Il m'a paru intéressant de reprendre les expériences déjà faites à un point de vue *purement qualitatif* et d'examiner le rôle de chacun des métaux composants des alliages, dans une telle décomposition, qui réussit bien avec les alliages limés.

Un alliage d'aluminium non limé donne lieu à une décomposition faible, laquelle s'arrête bientôt. M. Ditte (*Comptes rendus*, t. CX, CXXVII, CXXVIII) a montré que la décomposition d'une solution de sulfate de cuivre par l'aluminium s'arrêtait à cause du poli du métal; qu'elle reprenait par l'introduction, dans la solution, de quelques gouttes de chlorure de platine par exemple, le platine réduit et insoluble dans l'acide sulfurique formant sur l'aluminium un dépôt rugueux facilitant le dégagement de l'hydrogène.

Un morceau de chacun des alliages que j'ai obtenus avec l'aluminium et le bismuth ou le magnésium, limé sur toute sa surface, donne une décomposition qui ne s'arrête plus, *même sans l'introduction* de chlorure de platine, avec une solution aqueuse de sulfate de cuivre pur.

1° Avec un morceau d'alliage bismuth-aluminium (à 94 pour 100 d'Al) pesant $0^g,3$ $\left(\text{renfermant par conséquent : } 0,3 \times \frac{94}{100} = 0^g,282 \text{ d'aluminium et } 0^g,018 \text{ de bismuth}\right)$, j'ai obtenu, après disparition complète de l'alliage, $48^{cm^3},6$ d'hydrogène et, au fond du verre à réaction, un dépôt de cuivre rouge, pesant $0^g,85$. La liqueur, après décoloration complète, renferme du sulfate d'aluminium et du sulfate de bismuth; le bismuth décomposant le sulfate de cuivre, après qu'il s'est séparé de l'aluminium, ce dernier réduisant l'eau de la solution.

Les réactions probables qui doivent avoir lieu étant ainsi posées :

$$(1)\qquad \underset{55}{2\,Al} + 6\,H^2O = Al^2O^3, 3\,H^2O + \underset{6}{H^6},$$

$$(2)\qquad \underset{2}{H^2} + SO^4Cu = SO^4H^2 + \underset{63,5}{Cu},$$
(l'*acide sulfurique rendu libre* dissolvant l'*alumine libre*)

$$(3)\qquad 3(SO^4Cu) + \underset{416}{2\,Bi} = (SO^4)^3Bi^2 + \underset{190,5}{3\,Cu};$$

j'ai calculé les poids d'hydrogène qu'elles fourniraient, ainsi que les poids de cuivre.

L'équation (1) donne aisément, pour l'hydrogène : $\frac{6}{55} \times 0^g,282 = 0^g,0308$. Or les $48^{cm^3},6$ recueillis pèsent : $\frac{48,6 \times 0^g,089}{1000} = 0^g,004325$. il y aurait donc :

$$0^g,0308 - 0^g,004325 = 0^g,0265$$

qui auront servi à précipiter le cuivre du sulfate, donnant ainsi, d'après (2),

$$\frac{63,5}{2} \times 0^g,0265 = 0^g,84138$$

de cuivre. L'équation (3) fournirait, pour le cuivre précipité par le bismuth,

$$\frac{190,5 \times 0^g,018}{416} = 0^g,00824;$$

au total, un poids de cuivre précipité égal à $0^g,84138 + 0^g,00824 = 0^g,84962$; une pesée du cuivre recueilli, faite avec tous les soins possibles, m'a fourni : $0^g,85$ de cuivre (nombre qui est approché à moins de $\frac{4}{10000}$ de gramme, du résultat fourni par le calcul précédent). Ce résultat justifierait les réactions écrites précédemment.

D'autres dosages, effectués avec un alliage *bismuth-aluminium* à 88 pour 100 (pesant $0^g,24$ et ayant fourni 34^{cm^3} d'hydrogène), donnent des *résultats analogues.*

En ce qui concerne le *bismuth-aluminium,* une partie de l'hydrogène seulement se dégage (la septième partie environ), le reste *réduisant le sulfate de cuivre;* la paroi du tube gradué qui recueille l'hydrogène restant libre se recouvre d'un dépôt de *cuivre pulvérulent, jaune* d'abord, dans le haut; *rouge vineux, plus tard,* vers le *bas* de la *colonne gazeuse* (cuivre réduit entraîné par l'hydrogène).

L'hydrogène ne reste donc plus adhérent à l'alliage; est-ce une action catalytique due au cuivre précipité qui facilite la réduction du sulfate par l'excès d'hydrogène, et rend ainsi libre la surface de l'alliage? ou est-ce le bismuth rugueux, libre, qui facilite le départ de l'hydrogène?

2° Avec un morceau de *magnésium-aluminium* à 85 pour 100 d'Al, pesant $0^g,245$ $\left(\text{à } 0,245 \times \frac{85}{100}\text{ d'Al, soit : } 0^g,208\text{; et, par suite : } 0^g,037 \text{ de magnésium}\right)$, j'ai obtenu $34^{cm^3},3$ d'hydrogène pesant : $\frac{34^{cm^3},3 \times 0,089}{1000} = 0^g,0031$. Or, l'affinité supérieure du magnésium pour l'oxygène suppose la réaction suivante :

$$\underset{72}{3\,Mg} + 6\,H^2O = 3(MgO^2H^2) + \underset{6}{H^6} + 429^{Cal},84$$

(avec l'aluminium on aurait : $2\,Al + 6\,H^2O = Al^2O^3, 3\,H^2O + H^6 + 385^{Cal}$), qui *fournirait :* $\frac{6}{72} \times 0^g,037 = 0^g,00308$ *d'hydrogène* (au lieu de $0^g,0031$ obtenu; soit un *écart* de $\frac{2}{1000000}$ de gramme); le *dégagement d'hydrogène serait donc fourni, exclusivement,* par le magnésium. Et ce qui confirme cette manière de voir, c'est que le

poids de cuivre recueilli : 0g,72, est très voisin de celui que l'on obtient en supposant la réduction du sulfate de cuivre exclusivement par l'aluminium :

$$3(SO^4Cu) + \underset{55}{Al^2} = (SO^4)^3Al^2 + \underset{190,5}{3Cu};$$

on trouve, en effet, pour les 0g,208 d'Al, de cet alliage :

$$\frac{190,5}{55} \times 0,208 = 0^g,7204, \qquad \text{au lieu de } 0^g,72.$$

Dans ce cas, pas de dépôt de cuivre sur les parois du tube à hydrogène : ce qui indique bien l'absence de réduction du sulfate de cuivre par l'hydrogène naissant.

Un morceau d'alliage Mg-Al à 66 pour 100 d'Al (poids : 0g,20 donnant ainsi : $\frac{34}{100} \times 0,2 = 0^g,068$ de magnésium) a fourni 64cm³ d'hydrogène pesant :

$$\frac{64 \times 0.089}{1000} = 0^g,00569$$

(au lieu de 0g,0057 donné par la formule précédente de réaction du *magnésium* sur l'eau).

L'action des alliages Mg-Al sur la solution de sulfate de cuivre pur se ramènerait, dans tous les cas, à une réduction de l'eau par le magnésium, et une réduction du sulfate de cuivre par l'aluminium.

Notons qu'un alliage Mg-Al, *non limé*, à surface polie et recuite, se recouvre, en 10 heures environ, d'un dépôt très adhérent et très solide de cuivre rouge. J'ai obtenu ainsi, au bout de 10 heures et demie environ, avec l'alliage à 85 pour 100 d'Al, une gaine de cuivre de 0mm,09 d'épaisseur (mesurée au *palmer*), et s'enlevant très bien avec une lame de canif.

3° Enfin, les *alliages d'étain-aluminium,* à toutes proportions, limés au préalable, donnent lieu à une décomposition de l'eau et du sulfate de cuivre; mais cette décomposition *s'arrête bientôt,* la couche d'alumine qui demeure adhérente à la surface des alliages étant insoluble dans ce cas.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage du cadmium.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

La précipitation du cadmium de ses solutions salines s'effectue le plus généralement par le gaz sulfhydrique. Ce procédé simple et rapide permet en outre d'opérer en liqueur acide, ce qui facilite sa séparation d'avec plusieurs autres métaux.

Toutefois, si la liqueur ne renferme plus trace de cadmium, toujours le sulfure formé contient, ainsi que Follenius l'a établi (1), une petite quantité du sel primitif qui peut s'élever parfois à plus de 3 pour 100 du poids du précipité obtenu; cela, quelles que soient les conditions, que la solution soit neutre ou acide, froide ou chaude, et même en saturant par l'hydrogène sulfuré.

Ce fait, il m'a été aisé de le contrôler à nouveau.

La pesée du sulfure sur un filtre taré faite comme le recommandent certains auteurs, après dessiccation à 110° (pour éviter, d'après eux, une perte de cadmium par suite de réduction ou autrement à plus haute température) ne peut donc conduire à un dosage rigoureux et, de fait, le résultat est presque toujours trop fort (2), même quand le sulfure est exempt de soufre libre.

Follenius avait bien cherché à tourner cette difficulté en soumettant le sulfure à un traitement prolongé avec une solution bouillante de sulfhydrate d'ammonium. Mais ce fut sans succès et il ne put réaliser la transformation du sel entraîné qu'en chauffant au petit rouge dans un courant d'hydrogène sulfuré la masse du sulfure.

Résumé en quelques mots, le procédé de cet auteur est le suivant : 1° Filtration du précipité dans un entonnoir taré de forme tubulaire, garni d'un tampon d'amiante lavé à l'acide et calciné de façon à détruire jusqu'à la dernière trace de matière organique, pour parer, dit-il, à toute perte de cadmium par suite de réduction; 2° dessiccation du sulfure dans un courant d'air chaud; 3° traitement par le gaz sulfhydrique, en faisant traverser le tube filtre porté au rouge naissant, par un courant de ce gaz; 4° élimination du soufre libre par un courant d'air chaud; 5° pesée.

Or, ce procédé est long; de plus, si, avec le sulfure dérivé du sulfate, il peut être utilisé, il devient délicat avec celui que donne le chlorure. La petite quantité de ce sel contenu dans le précipité se vaporisant en partie avant d'avoir été transformée, son métal se trouve entraîné un peu partout sous forme de sulfure. Aussi Follenius distillait le chlorure en élevant la température du courant d'air, après dessiccation préalable, et le sel recueilli était transformé en sulfate et pesé à part comme tel. Ce qui pour un même dosage donne lieu à deux déterminations : celle du sulfate et celle du sulfure.

---

(1) Follenius, *Z. f. anal. Ch.*, t. XIII, 1874, p. 411.

(2) A cette cause d'erreur, je dois d'ailleurs en ajouter une seconde : c'est que le sulfure de cadmium desséché à 110° retient encore un peu de H^2S, qu'il ne perd qu'à une température bien supérieure.

Quoi qu'il en soit, cette méthode repose, comme on le voit : 1° sur le peu d'oxydabilité du sulfate de cadmium; 2° sur sa fixité au petit rouge. Hauer, en 1857, en déterminant le poids atomique du cadmium par la transformation du sulfate en sulfure au rouge naissant à l'aide de l'hydrogène sulfuré, avait établi et prouvé ce dernier fait.

Même dans le vide à 444°, comme je l'ai reconnu, le sulfure de ce métal est absolument fixe; car après avoir perdu le peu de soufre libre qu'il contient et la petite quantité de gaz sulfhydrique qu'il retient toujours, même quand il a été chauffé plusieurs heures à 110°-120°, son poids reste alors constant quelle que soit la durée de l'expérience.

Quant à l'oxydabilité de ce sulfure, elle dépend de son état physique. Amorphe, tel qu'on l'obtient à froid en liqueur peu acide, il s'oxyde déjà légèrement à 350°; tandis que la variété cristalline et dense qui se précipite, lorsqu'on fait agir l'hydrogène sulfuré sur la solution chaude (90° à 70°) de cadmium en présence d'un acide *fort et en excès,* s'altère à peine à l'air vers 450°-480°. Il faut chauffer à une température sensiblement plus élevée (550°-600°) pour que le produit change de couleur et augmente de poids en donnant du sulfate.

Mais outre ces deux propriétés, le sulfure de cadmium, la variété cristalline tout au moins, en possède encore une troisième très importante et, qui plus est, fort remarquable, pour un composé de ce métal. Alors que son oxyde, son carbonate et nombre d'autres de ses composés sont très facilement décomposables à chaud par les matières organiques avec mise en liberté et perte de cadmium, à cause de sa volatilité, il n'en est pas de même pour son sulfure, cela en opposition avec ce que l'on enseigne. On peut incinérer le filtre sur lequel on l'a recueilli et porter le tout jusqu'à 500°, température nécessaire pour l'incinération du squelette de charbon que laisse le papier, *sans qu'il y ait perte de métal.* Il faut toutefois que le sulfure ne renferme aucun composé volatil (tel le chlorure) ou décomposable par la chaleur au-dessous de 550° (comme un sel à acide organique), et cela se présente lorsqu'on a affaire à ces sels, puisque le sulfure entraîne toujours partie du composé qui lui donne naissance. C'est un cas que nous examinerons à part.

En tenant compte de ce que le sulfate et le sulfure ne réagissent l'un sur l'autre (production de métal et de gaz sulfureux) qu'à une température bien supérieure à 500°, on peut donc doser le cadmium d'une façon aussi rapide que précise en partant du sulfate. Il suffira, après l'incinération du filtre, de transformer par les moyens usuels le sulfure en sulfate, dont la pesée constitue une excellente base de dosage.

C'est ce que prouvent nettement les résultats consignés dans le Tableau

suivant, qui, pour chaque expérience, donne le poids du sulfate mis en œuvre et celui du sulfate retrouvé.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
$CdSO^4$ employé.......	0,3543	0,3543	0,3543	0,3543	0,3543	0,3543	0,3543	0,3543	0,4853	0,0354	0,0354	0,0021
$CdSO^4$ retrouvé......	0,3537	0,3537	0,3541	0,3542	0,3541	0,3541	0,3542	0,3544	0,4850	0,0352	0,0352	0,0020

Dans tous ces essais, pour chacun d'eux le volume liquide était de 200^{cm^3} contenant 4^{cm^3} d'acide SO^4H^2 ($d = 1,84$).

THERMOCHIMIE. — *Thermochimie des hydrazones et des osazones, des dicétones-α et des sucres réducteurs.* Note de M. **Ph. Landrieu.**

Les chaleurs de combustion d'une série d'hydrazones et d'osazones, correspondant à des dicétones-α et à des sucres réducteurs, ont été déterminées au moyen de la bombe calorimétrique.

Ces chaleurs de combustion ont servi à calculer les quantités de chaleur qui répondent à la fixation d'une et deux molécules de phénylhydrazine sur les dicétones et sur les sucres.

De l'ensemble des nombres trouvés on tire les conclusions suivantes :

La première molécule de phénylhydrazine se fixe sur les dicétones (et dialdéhyde) α en dégageant une quantité de chaleur voisine de celle qui se dégage dans la fixation d'une molécule de phénylhydrazine sur les monocétones. La deuxième se fixe avec une quantité de chaleur sensiblement plus faible, deux fois moindre environ.

Chez les sucres réducteurs, la première molécule de phénylhydrazine donne l'hydrazone avec une quantité de chaleur qui paraît être d'autant plus faible que le poids moléculaire du sucre est plus élevé.

La fixation de deux molécules de phénylhydrazine avec formation d'osazone et départ de H^2 apparaît comme une réaction très peu exothermique, souvent même endothermique. En fait la réaction ne devient possible que parce qu'il se dégage une quantité de chaleur auxiliaire provenant de la transformation de l'excès de phénylhydrazine en aniline et ammoniaque.

Les nombres trouvés dans nos expériences sont rassemblés dans les Tableaux ci-dessous. Aux chaleurs de combustion et de formation des hydrazones et des osazones, nous avons ajouté celles du biacétyle et du benzile qui n'avaient pas encore été déterminées.

BIACÉTYLE : Chaleur de combustion	+ 503,7	
» de formation	+ 80,5	
Biacétyle hydrazone : Chaleur de combustion	+1356,9	
» de formation	+ 0,1	

On tire de là :

Biacétyle + phénylhydr. = biac. hydrazone + H^2O		+19,6
Biacétyle osazone : Chaleur de combustion	2219	
» de formation	— 90,1	

On tire de là :

Biacétyle hydraz. + phénylhydr. = biacét. osaz. + H^2O.		+ 8,8

et

Biacétyle + 2 phénylhydr. = biacét. osaz. + 2 H^2O		+28,4
BENZILE : Chaleur de combustion	1632,1	
» de formation	+ 33,1	
Benzile hydrazone : Chaleur de combustion	2491,6	
» de formation	— 53,6	

On tire de là :

Benzile + phénylhydraz. = benzile hydraz. + H^2O		+13,6
Benzile osazone : Chaleur de combustion	3356	
» de formation	— 146	
Benzile hydr. + phénylhydr. = benzile osaz. + H^2O		+ 7,6
Benzile + 2 phénylhydr. = benzile osaz. + 2 H^2O		+21,2
BENZOÏNE HYDRAZONE : Chaleur de combustion	2530,1	
» de formation	— 23,1	
Benzoïne + phénylhydr. = benzoïne hydraz. + H^2O		+15,2
GLYOXALOSAZONE : Chaleur de combustion	189,3	
» de formation	— 90	
Glyoxal. + 2 phénylhydr. = glyoxalosazone + 2 H^2O		+25

SUCRES : 1° *Hydrazones.*

	Chaleur		Quantité de chaleur dégagée de la réaction
	de combustion.	de formation.	sucre + phénylhydr. = hydrazone + H^2O.
Arabinose hydrazone.	1421	168	+ 8,6
Glucose »	1540	212,6	+10
Galactose »	1536	216,6	+ 6,7
Lévulose »	? 1544	208,6	+ 4,7
Mannose »	1538	214,6	+12
Maltose »	2215	448,4	+10,3
Lactose »	2211,5	451,9	+14,5

2° *Osazones.*

	Chaleur de combustion.	Chaleur de formation.	Quantité de chaleur dégagée de la réaction sucre + 2 phénylhydr. = osazone + $2H^2O$ + H^2.
Arabinose osazone...	2220	73,1	+13,7
Xylose » ...	2228	65,1	+93
Glucose » ...	2353	103,4	+ 1,2
Lévulose » ...	Id.	Id.	+ 0,5
Mannose » ...	Id.	Id.	+ 1,2
Galactose » ...	2354	102,4	— 7,5
Maltose » ...	3036	331,2	— 6,9
Lactose » ...	3039	328,2	— 9,2

Les différences entre les chaleurs de combustion des hydrazones et osazones des sucres isomères sont dans les limites des erreurs d'expérience.

N.-B. — Nous n'avons trouvé dans la littérature, malgré nos recherches, aucune indication sur la préparation et les propriétés de la maltose phénylhydrazone et de la lévulose phénylhydrazone. Nous les avons préparées de la manière suivante :

On ajoute 1^{mol} de maltose à 1^{mol} de phénylhydrazine dissoute dans vingt parties d'alcool absolu. On chauffe quelques heures au bain-marie. On laisse refroidir et reposer. On filtre, on précipite par l'éther anhydre. On sépare le précipité, on le sèche dans le vide sur SO^4H^2. On reprend par très peu d'alcool absolu et l'on précipite par l'éther. Ce traitement est répété plusieurs fois. On termine en décantant l'excès d'éther et en séchant dans le vide sur SO^4H^2. On obtient ainsi des poudres blanches très hygrométriques s'altérant très rapidement à l'air, répondant à la formule $C^{18}H^{28}O^{10}Az^2$ et fondant, en se décomposant, à 130°.

Même préparation pour la lévulose phénylhydrazone; poudre blanche très cristallisable.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Copulation benzidine-aniline, diphénylbidiazoaminobenzène et diphényldisazoaminobenzène.* Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. H. Moissan.

La benzidine et l'aniline peuvent se copuler par deux méthodes : tétrazobenzidine réagissant sur l'aniline, ou réaction du diazobenzène sur la benzidine.

Il était intéressant de rechercher quelle serait l'orientation du groupement diazoïque dans ces deux réactions. Serait-elle unique ou différente suivant le cas?

Tétrazodiphényle-aniline. — Le chlorhydrate de benzidine dissous dans l'eau glacée est diazoté par l'action du nitrite de sodium et de l'acide chlorhydrique. La copulation a été faite à la température de — 5°, en versant la solution de chlorhydrate de tétrazobenzidine dans une dissolution alcoolique d'aniline en présence du carbonate de sodium.

Il se forme immédiatement un beau précipité jaune qui devient peu à peu rouge brique sans que la température s'élève. Après 15 minutes on achève la précipitation par un mélange d'eau et de glace.

Les rendements sont presque théoriques. En purifiant ce corps obtenu, par cristallisation dans la benzine, on obtient finalement une substance jaune rouge en petits cristaux fusibles à 180°, dégageant beaucoup d'azote, par l'acide sulfurique à 50 pour 100.

Diazobenzène-benzidine. — Une solution froide de chlorure de diazobenzène réagit sur la benzidine en solution alcoolique refroidie, en présence d'acétate de sodium; mais on observe un dégagement gazeux dû à l'instabilité du chlorure de diazobenzène en présence de l'alcool.

Le résultat est amélioré et devient presque théorique en effectuant la copulation sur la benzidine très divisée, en suspension dans l'eau glacée. Le mélange, dont la température est maintenue constamment au-dessous de 0°, doit être agité à la machine pendant 1 heure et demie environ.

Le produit obtenu, séché, purifié par la benzine, est cristallisé, jaune rouge et fond à 180°, comme le précédent, dont il possède toutes les propriétés.

Constitution. — Les deux corps obtenus doivent répondre à l'une des deux formules :

$$(1)\qquad \begin{array}{l} C^6H^4 - N = N - NH - C^6H^5 \\ | \\ C^6H^4 - N = N - NH - C^6H^5 \end{array}$$

ou

$$(2)\qquad \begin{array}{r} C^6H^5 - N = N - NH - C^6H^4 \\ | \\ C^6H^5 - N = N - NH - C^6H^4 \end{array}$$

L'analyse m'a donné, en effet,

	Trouvé.	Théorie.
Carbone	73,64-73,70	73,47
Hydrogène	5,5 - 5,2	5,1
Azote total	20,80-21,21	21,40
Azote diazoïque	14,28	14,28

Pour choisir entre ces deux formules, j'ai étudié les produits de décomposition par les acides, des corps obtenus.

La formule (1) doit donner de l'aniline et du γ-dioxydiphényle, la formule (2) de la benzidine et du phénol.

Pour faciliter la détermination, j'ai chauffé pendant 15 minutes à l'ébullition, avec 75^{cm^3} eau et $25^{cm^3} SO^4H^2$, au réfrigérant ascendant, les mélanges suivants :

A. 2^g produit de copulation aniline + tétrazodiphényle.

B. 1^g aniline + 1^g γ-dioxydiphényle.

C. 2^g produit de copulation benzidine + diazobenzène.

D. 1^g benzidine + 1^g phénol.

Les liqueurs ont été ensuite neutralisées par la soude en léger excès ce qui dissout les phénols et précipite les bases : j'ai obtenu pour A et C de l'aniline et du γ-dioxydiphényle.

Il faut donc admettre que dans les deux réactions il s'est formé

$$\begin{matrix} C^6H^4 - N^2 - NH\,C^6H^5 \\ | \\ C^6H^4 - N^2 - NH\,C^6H^5 \end{matrix} \quad \text{(diphénylbidiazoaminobenzène)};$$

dans le cas de l'action du diazobenzène sur l'aniline on aurait donc

$$2(C^6H^5N^2Cl) + \begin{matrix} C^6H^4.NH^2 \\ | \\ C^6H^4.NH^2 \end{matrix} = 2(C^6H^5.NH^2) + \begin{matrix} C^6H^4 - N^2Cl \\ | \\ C^6H^4 - N^2Cl \end{matrix},$$

puis

$$\begin{matrix} C^6H^4 - N^2Cl \\ | \\ C^6H^4 - N^2Cl \end{matrix} + 2(C^6H^5NH^2) = \begin{matrix} C^6H^4 - N^2 - NH.C^6H^5 \\ | \\ C^6H^4 - N^2 - NH.C^6H^5 \end{matrix} + 2(HCl).$$

Formation de l'azoïque (diphényldisazoaminobenzène). — En chauffant 5^g de diphénylbidiazoaminobenzène pendant 48 heures à 50°-60°, avec 50^g d'aniline et $2^g,5$ de chlorhydrate d'aniline, et en abandonnant ensuite le mélange à la température ordinaire pendant 5 jours, on obtient l'aminoazoïque correspondant

$$\begin{matrix} C^6H^4 - N^2 - C^6H^4 - NH^2 \\ | \\ C^6H^4 - N^2 - C^6H^4 - NH^2 \end{matrix}.$$

La transposition est régulière, mais beaucoup plus lente que celle qui donne naissance à l'aminoazobenzène; après purification dans l'alcool on obtient un corps jaune rougeâtre, azoïque, fusible à 158°-159°.

En résumé, la formation du diphénylbidiazoaminobenzène fournit un exemple intéressant du groupement diazoïque dans les deux réactions étudiées.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un tartrate d'antimoine.* Note de M. J. BOUGAULT, présentée par M. A. Haller.

Dans l'histoire assez confuse des tartrates d'antimoine on ne trouve signalés que deux composés cristallisés paraissant bien définis.

L'un d'eux, le plus important, serait l'acide de l'émétique ordinaire et répondrait à la formule $C^4H^5SbO^7$. Il a été obtenu à l'état amorphe par Berzélius, Péligot (1), Clarke et Ewans (2) en précipitant par l'alcool une solution plus ou moins concentrée de Sb^2O^3 dans l'acide tartrique. Plus récemment, M. Guntz (3) l'a obtenu cristallisé en évaporant à sec au bain-marie une solution aqueuse de Sb^2O^3 dans un excès d'acide tartrique et enlevant cet excès par lavages à l'alcool absolu; il confirme la formule $C^4H^5SbO^7$.

En cherchant à préparer ce composé, d'après les données de M. Guntz, j'ai reconnu que le produit obtenu n'est pas un composé unique, mais un mélange d'un tartrate d'antimoine et d'un éther éthylique de tartrate d'antimoine; l'alcool ne se borne pas à enlever l'acide tartrique en excès, il éthérifie plus ou moins le produit antimonieux.

En remplaçant alors l'alcool par l'acétone, pour éviter cette cause d'erreur, j'ai obtenu un produit bien défini, cristallisé, ayant la formule $C^4H^3SbO^6$, c'est-à-dire contenant 1^{mol} d'eau de moins que ne le demande la formule acceptée jusqu'ici. Sans doute, il s'est produit une éthérification interne entre un groupement carboxyle et un groupement alcoolique de l'acide tartrique.

Le dosage de l'oxyde antimonieux et de l'acide tartrique, effectué en suivant les indications de M. Guntz (*loc. cit.*), ainsi que le dosage du carbone et de l'hydrogène s'accordent parfaitement avec cette formule.

Les différences entre les résultats de M. Guntz et les miens tiennent vraisemblablement à cette action particulière de l'alcool qu'il n'a pas remarquée.

Il est facile, d'autre part, de s'assurer que l'évaporation, à sec au bain-marie d'une dissolution aqueuse d'un poids connu de Sb^2O^3 dans un poids connu (et en excès) d'acide tartrique, conduit à une perte d'eau (sur la

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XX, 1847, p. 289.
(2) *Berichte der deutsch. chem. Gesell.*, t. XVI, 1883, p. 2379.
(3) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XIII, 1888, p. 388.

somme des poids oxyde antimonieux + acide tartrique) qui n'est pas d'une demi-molécule par atome de Sb, comme le demanderait la formule $C^4H^5SbO^7$, mais bien d'une molécule et demie, correspondant exactement à la formule $C^4H^3SbO^6$, à laquelle mes analyses m'ont conduit.

Le produit que j'ai préparé est cristallisé en petites lamelles, lentement, mais complètement solubles dans l'eau, dans la proportion de 1 pour 125 environ. La solution est stable, ne se trouble pas par l'ébullition, et présente, vis-à-vis des acides et des bases, les réactions générales de précipitation des solutions d'émétique.

L'eau, employée en quantité insuffisante pour dissoudre le produit, le dissocie; la partie non dissoute renferme plus d'antimoine que celle passée en solution.

Le composé se dissout très rapidement dans la quantité théorique de solution aqueuse de bicarbonate de potassium en donnant quantitativement l'émétique ordinaire. La solution aqueuse d'acétate de soude le dissout également. Ces deux réactions le distinguent de l'éthyltartrate d'antimoine (¹) qui donne dans ces conditions un précipité d'oxyde antimonieux.

Conclusions. — L'emploi de l'alcool doit être rejeté dans la préparation du tartrate d'antimoine.

En remplaçant l'alcool par l'acétone, on obtient un produit bien défini, cristallisé, ayant pour formule $C^4H^3SbO^6$, c'est-à-dire le tartrate d'antimoine $C^4H^5SbO^7$, moins 1^{mol} d'eau.

Il est douteux que le composé $C^4H^5SbO^7$ ait été obtenu à l'état pur. Vraisemblablement tous les produits auxquels on a attribué cette formule, ayant été préparés à l'aide de l'alcool, devaient contenir des produits d'éthérification, mélangés sans doute au composé que je décris dans cette Note.

Les divergences signalées par M. Guntz (*loc. cit.*) entre les résultats de M. Berthelot et les siens, au sujet de la chaleur de dissolution de Sb^2O^3 dans l'acide tartrique, trouveront peut-être leur explication dans les faits nouveaux que j'annonce, sans avoir recours à l'hypothèse de deux tartrates isomères, dont je ne nie pas du reste la possibilité.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude chimique sur les graines dites « Pois de Java ».* Note de M. **Émile Kohn-Abrest**, présentée par M. Guignard.

Nous avons eu l'occasion de faire quelques recherches chimiques sur un mélange de graines désignées sous le nom de *Pois de Java*, analogues à

(¹) Je n'ai pas réussi jusqu'à présent à obtenir ce produit suffisamment pur pour décider si c'est l'éther éthylique du composé $C^4H^5SbO^7$ ou du composé $C^4H^3SbO^6$.

celles du *Phaseolus lunatus*, déjà étudiées par divers savants, notamment par Dunstan et Henry [1], et tout récemment par M. Guignard [2].

Le mélange sur lequel ont porté les expériences ci-dessous comprenait au moins neuf variétés de graines, différentes par leur couleur et par d'autres caractères morphologiques.

Ces graines mises à macérer dans l'eau ordinaire abandonnent de l'acide cyanhydrique, ainsi qu'on l'a constaté pour le *Phaseolus lunatus* et pour d'autres graines analogues. Les proportions d'acide cyanhydrique produites diffèrent très notablement, selon les variétés des graines et selon les conditions de l'expérience.

Par simple macération dans l'eau, pendant quelques heures, la majeure partie de l'acide cyanhydrique que peuvent fournir les graines est mise en liberté.

50g de graines broyées sont additionnés de 500g d'eau, le mélange est chauffé à l'étuve à + 37° pendant 4 heures; on isole l'acide cyanhydrique par distillation en recueillant 150cm³ sur lesquels on fait un dosage par l'iode. Si l'on poursuit la distillation après avoir ajouté au résidu 50cm³ d'acide chlorhydrique commercial, on obtient encore une certaine dose d'acide cyanhydrique, due à l'action de l'acide chlorhydrique sur le produit générateur d'acide cyanhydrique.

Le Tableau suivant donne les quantités d'acide cyanhydrique extraites successivement des diverses variétés contenues dans le mélange examiné :

Variétés.	I. Graines noires violacées.	II. Rouge lie de vin.	III. Brun rouge.	IV. Marron clair.	V. Brun clair taches noires.	VI. Brun très clair taches noires.	VII. Blanc crème.	VIII. Noir strié de blanc.	IX. Espèce étrangère.
Proportion par kilogramme....	444	184	143	128	28	14	53	5	17
CAzH dégagé par macération dans l'eau par kilogramme...	0,524	0,580	0,370	0,501	0,412	1,267	0,370	0,580	0
CAzH dégagé par HCl........	0,316	0,316	0,158	0,159	0,159	0,371	0,158	0,132	0
CAzH total..................	0,840	0,896	0,528	0,660	0,571	1,638	0,528	0,712	0

La graine qui fournit le plus d'acide cyanhydrique est donc la variété VI de couleur très claire. La matière colorante des graines plus ou moins foncées, matière très soluble dans l'eau et l'alcool, rougissant par les acides, ne semble pas dégager d'acide cyanhydrique.

Les proportions des variétés désignées ci-dessus par leur couleur varient

(1) *Proceedings of the Royal Society*, t. LXXII, 1903, p. 285.

(2) Voir ci-dessus, p. 545.

beaucoup selon les échantillons. Aussi observe-t-on également de fortes différences dans les doses d'acide cyanhydrique dégagées par des échantillons divers. Par exemple, sur deux mélanges de graines trouvées dans le commerce, nous avons obtenu, pour le premier, 1g,122 d'acide cyanhydrique par kilogramme, et, pour le second, 0g,660.

L'acide cyanhydrique ne semble pas exister dans le végétal à l'état libre, sinon en de très faibles proportions. Si l'on distille les graines en présence d'une solution d'acide tartrique à 5 pour 100, on n'obtient que des traces d'acide cyanhydrique.

L'action de l'acide chlorhydrique à petites doses conduit à des résultats intéressants. Tandis que, avec l'acide assez concentré, on met en liberté des doses importantes d'acide cyanhydrique, ainsi qu'il a été dit plus haut, et comme l'ont déjà constaté Dunstan et Henry sur les graines du *Phaseolus lunatus*, au contraire la distillation en présence de solutions chlorhydriques très faibles (0,8, 0,4, 0,2 et 0,13 pour 100) ne fournit que de minimes quantités d'acide cyanhydrique. Ces quantités sont faibles, même si on laisse macérer les graines pendant assez longtemps à l'étuve dans les solutions chlorhydriques très diluées. L'acide chlorhydrique, dans ces conditions, paraît donc paralyser l'action hydrolytique qui donne naissance à l'acide cyanhydrique.

Le Tableau ci-dessous, concernant un mélange de graines avec de l'acide à 0,12 pour 100, montre en même temps l'influence de la température :

I (HCl à 0,12 pour 100).

Pois de Java broyés.	Eau.	Température.	Durée de l'expérience.	HCAz dégagé par kilogramme pendant l'expérience.	HCAz pouvant être produit en totalité.
50g	300cm³	37°,5	4 heures	0,132	0,520
50	300	40,5	4 »	0,200	0,560

II (HCl à 0,2 pour 100).

50	300	35,5	4 »	0,076	0,586
50	300	37,5	4 »	0,147	0,540
50	300	40,5	4 »	0,153	0,554

Il nous a paru utile de signaler ces résultats, dont beaucoup ont été obtenus par MM. Dunstan, Henry et par M. Guignard, parce que l'on cherche actuellement à employer ces graines pour l'alimentation de cer-

tains animaux, surtout des chevaux. Dans l'état actuel de nos connaissances, nous ignorons quel peut être la véritable action des sucs digestifs sur le principe cyanogénétique des « Pois de Java ». Nous avons pu isoler la matière qui donne naissance à de l'acide cyanhydrique dans les graines dites *Pois de Java* et nous en indiquerons très prochainement la composition et les propriétés.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les caractères chimiques des vins provenant de vignes atteintes par le mildew.* Note de M. E. **Manceau**, présentée par M. Troost.

Dans une Note du 7 décembre 1903 nous avons fait connaître certains caractères chimiques des moûts et des vins provenant de vignes atteintes par le mildew.

Les premières analyses avaient mis en évidence l'accumulation des matières organiques azotées dans le vin de la vigne atteinte. Nous avons suivi la conservation de nos vins pendant deux ans, et complété leur étude.

Nous venons signaler de nouveaux caractères chimiques. Le plus important est la faible proportion d'acide tartrique libre.

La méthode de MM. Berthelot et de Fleurieu a donné, pour le dosage du bitartrate de potasse et de l'acide tartrique libre dans les vins des trois parcelles de vignes, au mois de décembre 1903 :

	Bitartrate de potasse, par litre.	Acide tartrique libre, par litre.
	g	g
Parcelle atteinte par le mildew.........	4,67	0,27
» sulfatée trois fois.............	4,30	1,32
» sulfatée quatorze fois.........	4,41	0,92

Conservés pendant deux ans et analysés de nouveau en 1905, les trois vins renferment :

	Bitartrate de potasse, par litre.	Acide tartrique libre, par litre.
	g	g
Parcelle atteinte par le mildew.........	4,20	0,18
» sulfatée trois fois.............	2,41	1,08
» sulfatée quatorze fois.........	3,13	0,78

L'acide tartrique libre existait en bien plus faible proportion dans le vin de la première parcelle, en 1903, et ce caractère a persisté pendant deux ans.

Les phénomènes du vieillissement n'ont pas été identiques dans les trois vins. Le premier a conservé la plus grande partie du bitartrate initial, tandis que la précipitation a été normale dans les deux autres.

Le vin de la vigne atteinte par le mildew est aussi plus riche en matières minérales, et particulièrement en potasse et en acide phosphorique. Les différences avec les deux autres vins sont plus accentuées après deux ans.

Ainsi, dans le vin de la parcelle attaquée par le mildew, nous avons trouvé moins d'alcool, plus d'acidité totale, une proportion très élevée de matières organiques azotées ; plus de matières minérales, de potasse, d'acide phosphorique et beaucoup moins d'acide tartrique libre que dans les vins des deux parcelles sulfatées.

Il résulte de ces recherches et des observations faites par nous, depuis dix ans, que les vins provenant de vignes atteintes par le mildew ne présentent pas d'altération microbienne spéciale et que leurs altérations microbiennes ne se confondent pas avec la maladie de la tourne, comme on le croyait généralement.

Ces vins présentent tout simplement une composition chimique anormale, qui peut leur donner une saveur particulière et qui les rend moins résistants que les vins normaux à l'oxydation et à l'attaque des germes de maladie.

ZOOLOGIE. — *L'évolution des* Eccrina *des* Glomeris. Note de MM. L. Léger et O. Duboscq.

Dans une première Note sur les Eccrinides (*Comptes rendus*, août 1905) nous avons fait connaître le cycle évolutif d'un type de ce groupe, l'*Arundinula* (¹) *capitata*, parasite de *Paguristes maculatus*. Il débute par une multiplication endogène, suivie d'une formation de spores durables apparaissant au moment précis de la mue intestinale de l'hôte. Guidés par ces premiers résultats, nous avons pu élucider l'évolution des *Eccrina* des Diplopodes que nous exposerons ici brièvement, en prenant pour exemple *Eccrina flexilis* n. sp. parasite de *Glomeris marginata*.

Multiplication endogène. — Les plus jeunes stades sont représentés par de courts filaments cylindriques rectilignes de 60^{μ} de longueur, fixés à la cuticule rectale par

(¹) *Arundinula* au lieu de *Arundinella*, nom donné par nous précédemment alors qu'il était déjà attribué à un genre de Graminées tropicales.

un pavillon. Ils sont enveloppés par une membrane mince et constitués par un cytoplasme syncytial avec 4 noyaux disposés en file. Par la croissance, ils s'allongent en s'enroulant en crosse et des divisions nucléaires synchrones donnent successivement des stades à 8, 16 et 32 noyaux. Le nombre des noyaux augmente encore pendant que le filament continue de grandir, puis apparaît la multiplication endogène. Celle-ci s'effectue aux dépens de la partie distale du cytoplasme qui se segmente en éléments reproducteurs de longueur variable selon les tubes dans lesquels ils sont formés. Nous distinguons ces éléments reproducteurs en microconidies et macroconidies.

Les microconidies sont de petites cellules à peu près isodiamétriques, à un seul noyau, et qui se forment à la partie distale du tube dont elles se détachent au fur et à mesure de leur maturité. Elles mesurent en moyenne 12^{μ}.

Les macroconidies naissent comme les précédentes à l'extrémité distale du tube dont la partie proximale reste syncytiale. Il faut en distinguer trois sortes d'après leur taille et le nombre de leurs noyaux. Les unes, ovoïdes de 18^{μ} sur 9^{μ}, ont 2 noyaux; d'autres, de beaucoup les plus fréquentes, sont cylindriques et pourvues de 4 noyaux, leur longueur moyenne est de 60^{μ}; les autres, de forme encore plus allongée, possèdent 8 noyaux et atteignent 140^{μ} de long. Toutes ces macroconidies s'échappent du tube tantôt par l'extrémité distale, tantôt par des orifices latéraux et, dans ce cas, des cloisons obliques séparent le tube en autant de loges qu'il y a d'éléments.

Les macroconidies devenues libres se fixent rapidement à la paroi rectale, poussent et multiplient ainsi le parasite à l'intérieur de l'hôte.

Spores durables. — Croissance et reproduction conidienne se continuent pendant le long intervalle qui sépare deux mues; puis, à l'approche de la mue nouvelle, c'est-à-dire vers la fin de l'été, apparaissent de nouveaux modes de multiplication qui vont donner des formes de résistance destinées à gagner le milieu extérieur. Celles-ci sont de trois sortes : des *microspores durables*, des *macrospores durables*, des *oospores*.

Les microspores durables, de forme allongée souvent arquée, et munies d'une paroi résistante jaunâtre, mesurent en moyenne 25^{μ} de long sur 5^{μ} de large. Elles se forment dans des tubes étroits, dont le cytoplasme se découpe par des cloisons obliques en petits éléments à quatre noyaux.

Les macrospores durables, de 30^{μ} sur 14^{μ} en moyenne, sont ovoïdes, munies d'une double paroi extrêmement résistante et possèdent également quatre noyaux. Elles naissent dans de gros tubes, dont tout le contenu s'est segmenté préalablement en articles à un seul noyau et forment finalement un chapelet de spores qui se dissocie peu à peu.

Les oospores, de beaucoup les plus fréquentes, diffèrent nettement des spores précédentes par leur aspect et par leur origine. Elles ont la forme d'un ellipsoïde allongé de 60^{μ} sur 12^{μ} en moyenne, à paroi épaissie aux deux pôles. Une cloison longitudinale sépare leur cavité en deux loges occupées chacune par un germe fusiforme à quatre noyaux. Ces oospores résultent d'un processus sexué variable dans les détails et qui peut se résumer comme il suit :

Le cytoplasme du tube se découpe en éléments binucléés, formés d'emblée ou résultant de la fusion de deux éléments successifs à un seul noyau. Chacun des deux noyaux émet successivement deux corpuscules de chromatine qui persistent jusque dans les

germes, phénomène d'épuration ou de réduction facile à observer *in vivo* comme sur les préparations colorées. Ces deux noyaux doivent s'unir, car nous trouvons ensuite un stade à un seul noyau central riche en chromatine. La copula ainsi formée s'entoure d'une paroi et son noyau subit trois bipartitions successives qui aboutissent à la formation des deux germes à quatre noyaux situés chacun dans une des loges de l'oospore.

Les oospores sont très résistantes et les germes qu'elles contiennent peuvent rester vivants pendant plusieurs mois. Dans les circonstances favorables, ces germes sortent en perçant la paroi latérale de la loge vers une extrémité de la spore. Absorbés par un nouveau *Glomeris*, ils gagnent le rectum où ils se développent directement en *Eccrina*, après s'être fixés à la cuticule de l'épithélium par une de leurs extrémités en sécrétant un pavillon. Ces jeunes *Eccrina*, de nouvelle infection, se distinguent facilement des jeunes stades endogènes macroconidiens par leur aspect grêle et leur forme effilée.

Avec ces spores durables, nous avons en outre observé dans certaines mues de *Glomeris* un autre mode de formation des germes. Des filaments courts, ventrus, à paroi frêle, se divisent en totalité pour donner naissance directement à des germes quadrinucléés, étroitement pressés et disposés en spirale. On sait que c'est là le mode de multiplication le plus commun chez les *Amœbidium*, mais il importe de souligner que dans l'évolution d'un *Eccrina* n'apparaît aucun stade amibe.

Nous avons trouvé chez les diverses espèces de *Glomeris* de France des *Eccrina* qui évoluent certainement comme l'*E. flexilis*. Très vraisemblablement aussi, le même cycle convient aux *Eccrina* des autres Diplopodes (*Polydesmus, Strongylosomum, Julus, Blaniulus, Spirostreptus*); mais nous ne saurions affirmer qu'il soit applicable aux Eccrinides des Insectes et à celles que nous avons récemment rencontrées chez les Isopodes et les Amphipodes. Les Eccrinides de ces Crustacés ont des caractères morphologiques et évolutifs assez spéciaux pour nous engager à créer pour elles de nouveaux genres. Nous appellerons, dès maintenant, *Eccrinopsis helleriæ* l'Eccrinide de *Helleria brevicornis* et *Eccrinella gammari* celle du *Gammarus pulex*.

ZOOLOGIE. — *Sur le gisement huîtrier naturel de la Macta (Algérie) et le régime d'écoulement de cette rivière.* Note de M. J. **Bounhiol**, présentée par M. Alfred Giard.

Au fond du golfe d'Arzew débouche, après avoir cheminé parallèlement au rivage pendant plus de 5^{km}, une importante rivière, la Macta, dont le débit est variable mais permanent. Sur près de 6^{km} à partir de l'embouchure, j'ai trouvé, fixées sur les végétations et les débris végétaux immergés qui encombrent ses bords, des Huîtres (*Ostrea lamellosa* Brocchi, *Ostrea edulis* Linné) en quantité considérable.

L'existence de *quelques rares Huîtres* était depuis 25 ans environ connue à la Macta, mais il faut croire qu'il y avait longtemps qu'on n'était pas allé voir ce que ces animaux étaient devenus.

En remontant la rivière en bateau, il me suffisait de tirer au hasard, hors de l'eau, une tige, une souche immergées pour faire apparaître des chapelets interminables et de volumineux paquets de Mollusques agglutinés.

En même temps que je constatais leur abondance remarquable, je fis, au mois de décembre, une autre observation des plus intéressantes : toutes les Huîtres fixées ainsi dans le voisinage de la surface étaient des Huîtres très jeunes, âgées de quelques mois à un an, dont la coquille mince, rapidement développée, avait un diamètre de 2^{cm} à 4^{cm} environ.

Une semblable uniformité dans une population aussi nombreuse me parut curieuse, et j'essayai d'en chercher la raison. Poursuivant mes investigations je trouvai, dans les grappes de Mollusques récoltés, de nombreuses coquilles *toujours de même taille* mais vides, dont l'animal avait disparu et qui servaient de supports aux animaux vivants.

J'ai trouvé jusqu'à 3 et 4 superpositions successives de coquilles de taille uniformément petite et dont les dernières fixées étaient seules vivantes.

Il semblait bien qu'une cause inconnue et périodique empêchât ces animaux de se développer et de vivre au delà d'une année et que chaque génération succombât entière à cet âge, pour servir ensuite de support de fixation à une génération nouvelle.

A diverses reprises, depuis deux ans, j'ai étudié la Macta. En mars-avril, pas de Mollusques vivants; rien que des squelettes. En automne, population pullulante et bien vivante.

La cause destructive agissait donc en hiver, pendant la saison pluvieuse

algérienne. Or, à ce moment, la Macta subit des crues considérables. Dans les six derniers kilomètres de son cours, son écoulement, très lent en temps ordinaire, devient plus rapide; son eau, saumâtre, devient presque complètement douce.

Ce changement brusque dans la salure de l'eau devait vraisemblablement produire les hécatombes périodiques d'Huîtres que l'observation directe permettait de constater.

Le Tableau suivant donne les variations de la densité de l'eau de la Macta puisée à diverses distances de l'embouchure, avant et après les pluies d'hiver :

	Densités.		
	à l'embouchure.	à 2^{km} en amont.	à 5^{km} en amont.
Avant les pluies, décembre 1905....	1,0165	1,0145	1,0119
Après les pluies, février 1906......	1,0105	......	1,0070

Comme termes de comparaison, je rappelle :

que la densité de l'eau de la Méditerranée est............ 1,0285
et celle de l'eau douce de rivière.................. 1,0030

Toutes ces densités ont été prises ou ramenées à 15° C.

Ce Tableau est très net et confirme absolument l'hypothèse à laquelle j'avais été conduit. Mais un dernier point restait à élucider. Si tous les animaux mouraient très jeunes, chaque hiver, d'où provenaient les embryons qui, tous les printemps, repeuplaient avec une étonnante rapidité le cours inférieur de la Macta?

Il y a des Huîtres dans le golfe d'Arzew et j'avais d'abord pensé qu'à certaines époques les courants marins superficiels pouvaient en amener un certain nombre dans la rivière. Il paraissait cependant bien difficile d'expliquer ainsi ce repeuplement, en quelque sorte automatique et se faisant partout à la fois sur 6^{km}.

J'ai eu l'idée d'explorer le fond du fleuve qui est partout très profond (4^m à 6^m environ), et j'y ai trouvé de nombreuses Huîtres, volumineuses celles-là, et de tous les âges, encore fixées sur les supports, qui, après s'être détachées du bord, avaient roulé au fond. Ces Huîtres sont toujours bien vivantes et pour cause : la densité de l'eau y est sensiblement constante, comme l'indiquent les chiffres suivants :

	Hiver.	Été.
Densité par 4^m de fond......................	1,0162	1,0169

Au moment des crues, le courant n'est jamais tumultueux; l'eau salée, plus lourde, reste peu agitée dans la profondeur; l'eau douce, plus légère, glisse superficiellement au-dessus.

Le régime physico-biologique des Huîtres de la Macta, très curieux en lui-même, présente une importance capitale au point de vue de la possibilité d'une exploitation ostréicole, des conditions particulières de son installation et de son avenir dans cette région. Je montrerai bientôt qu'il est possible de dériver directement vers la mer l'excès d'eau des crues et de donner aux Huîtres la sécurité permanente qui assurera leur multiplication naturelle et indéfinie.

PHYSIOLOGIE. — *Les ferments du placenta.* Note de MM. **Charrin** et **Goupil**, présentée par M. d'Arsonval.

Des recherches antérieures nous ont permis d'établir que le placenta retient diverses substances, en particulier le glucose. Quand, à une femelle pleine, on injecte une solution de ce corps ou des liquides contenant certains composés protéiques (agglutinines, lysines, précipitines, alexines, etc.), il n'est pas rare de constater que, chez le fœtus, ces différents produits sont nettement moins abondants que chez la mère. Soit en raison de la lenteur de la circulation dans les lacunes placentaires, soit à cause des propriétés pour ainsi dire de fixation qu'exerce, à l'égard d'une série de principes, le tissu du délivre, cet organe, pendant un temps plus ou moins long, peut agir sur ces principes. Aussi nous a-t-il paru intéressant de poursuivre nos recherches (¹) et d'examiner si ce placenta possède des éléments, pardessus tout des ferments, susceptibles de lui permettre de détruire, de métamorphoser, d'élaborer les substances retenues.

Dans ce but, en introduisant par l'artère du cordon du sérum artificiel, on lave un placenta récemment expulsé; on poursuit ce lavage jusqu'à l'instant où le liquide, qui ressort par les veines et les cotylédons, grâce aux dégradations successives de sa teinte, indique que le sang est expulsé d'une façon sensiblement complète.

Dans ces conditions, on triture cet organe réduit en bouillie avec de l'eau légèrement salée et glycérinée; puis, après environ 24 heures de mélange, on presse au nouet. Au liquide qui passe on ajoute cinq à six fois son volume d'alcool absolu, et l'on maintient le contact durant au moins une semaine.

(¹) Voir la première partie, *Comptes rendus*, 14 août 1905.

A ce moment, on filtre sur papier; l'alcool entraîne les matières grasses et quelques sels; le précipité demeuré sur le filtre en majeure partie est constitué par des composés de nature protéique, comprenant des albumines vraies et des ferments. On dessèche à basse température, et l'on reprend par du sérum artificiel qui, tandis que ces albumines vraies (dont le contact prolongé avec l'alcool a modifié les attributs) ne se dissolvent sensiblement pas, se charge de ces ferments.

Dans un premier essai, on fait agir 5^{cm^3} de ce sérum sur 5^{cm^3} d'empois d'amidon léger, maintenu à la température de 37° en présence de toluène. Au bout de quelques heures, tant par la liqueur de Fehling que par le polarimètre, on reconnaît l'existence d'un sucre réducteur, dont la présence est due à l'action d'un ferment amylolytique.

Dans un second essai, on met en contact un nouveau volume de ce sérum artificiel et une solution faible de gaïacol; à ce mélange on ajoute quelques gouttes d'eau oxygénée; on observe alors la production d'une coloration rose, et, si l'on remplace le gaïacol par la paraphénylènediamine, la teinte vire au bleu. Ces réactions démontrent la réalité d'un ferment oxydant; comme il n'oxyde pas l'aldéhyde benzylique et que, d'autre part, l'eau oxygénée est nécessaire aux réactions, il s'agit d'une oxydase indirecte.

Rappelons que d'anciennes études nous ont montré que le placenta contient un agent glycolytique (formation d'alcool aux dépens du glucose); mais nous n'avons pas réussi à l'isoler.

De plus, en faisant agir l'extrait du délivre sur des cubes d'albumine, nous avons tenté de mettre en évidence une diastase protéolytique. Or, on constate, en effet, l'attaque de ces cubes, mais à une condition, c'est que le sang n'ait pas été totalement expulsé du délivre; à mesure qu'on chasse ce sang, cette attaque devient de moins en moins nette : cette diastase paraît être un ferment d'emprunt [1].

A cet égard, ces résultats, dont il est en partie fait mention dans notre Note du 14 août 1905, diffèrent de ceux d'Ascoli et des travaux plus récents (*Munch. med. Woch.*, 14 novembre 1905) de Bergell et Liepmann : parmi les ferments placentaires vrais, ces auteurs comptent un principe capable de protéolyse. Toutefois, il est bon de remarquer qu'ils n'ont pas lavé avec soin l'organe dont ils se sont servis, et se sont bornés à opérer par comparaison avec d'autres territoires sanguins.

En revanche, comme Bergell et Liepmann, nous n'avons pas réussi à isoler nettement des ferments susceptibles de saponifier les graisses; par contre, positifs pour ces auteurs, pour nous les essais relatifs au lactose le plus souvent sont demeurés négatifs.

---

[1] Au point de vue pratique, ces ferments d'emprunt ont leur importance, attendu que le placenta peut s'en servir; la catalase est peut-être du nombre. On note, d'ailleurs, des variations.

Ajoutons que, recommencées après chauffage à 100°, avec les mêmes produits, ces diverses expériences n'ont donné aucun résultat.

En somme, donnant à nos anciennes recherches une nouvelle extension, ces travaux font envisager le placenta comme une sorte de glande ([1]), capable de retenir, de modifier différentes substances ou de perfectionner des élaborations déjà commencées. Au point de vue de la physiologie de cet organe ou de l'existence du fœtus ([2]), souvent relativement pauvre en diastases, on conçoit la portée de ces constatations.

Des expériences en cours permettent même d'entrevoir de nouveaux faits et conduisent à déceler, dans ce viscère, la présence de véritables éléments de sécrétion et d'agents propres à modifier les matières colorantes de la bile.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la durée de persistance de l'activité du cœur isolé.* Note de M. **M. Lambert.**

L'intérêt des nombreuses recherches qui, depuis que l'on connaît la possibilité de la survie du cœur de grenouille isolé (Ludwig, Cyon), se sont proposé comme but la constitution d'un liquide « idéal » (Locke) s'est trouvé accru grâce à l'utilisation de semblables liquides pour le cœur de mammifères (Martin, Langendorff).

Des divergences d'opinion subsistent entre les différents expérimentateurs au sujet de l'interprétation du mode d'action des milieux artificiels, notamment en ce qui concerne les sels, la nécessité de l'oxygène, la valeur nutritive de substances diverses. Sur

([1]) On sait que des histologistes (Letulle, Nattan-Larier, etc.) ont, dans le délivre, décrit des sortes de cellules glandulaires.

([2]) Au cours de la gestation, fréquemment les échanges sont légèrement ralentis (O et CO^2 diminués); l'alcalinité humorale fléchit, mais d'une façon inconstante, légère et variable : l'hyperfonctionnement thyroïdien est apte, en partie, à parer à ces tares, peut-être à suppléer la mise en sommeil des ovaires, qui, à titre de glandes internes, sont des excitateurs des mutations nutritives. D'ailleurs, il ne s'agit que d'oscillations physiologiques et non de troubles pathologiques. Par leur composition $\left(\text{urée}, \frac{\text{AzU}}{\text{AzT}}, \text{etc.}\right)$ les urines traduisent ces changements; leur volume parfois s'abaisse (cobaye) et parfois vers la fin s'élève (femme) : il est possible que ces ferments concourent à atténuer ces désordres?

ce dernier point en particulier Kronecker et ses élèves n'ont cessé de soutenir la nécessité d'un apport de potentiel énergétique, tandis que d'autres (Gaule, Ringer, etc.) croient le cœur capable de travailler aux dépens de sa propre substance. Comme la preuve directe de la consommation de l'aliment supposé ne peut pas être donnée en raison de sa faible grandeur, on a cherché à la déduire de la reprise des battements d'un cœur arrêté par substitution d'un liquide nutritif à un liquide non nutritif. Cette reprise, ou le renforcement de l'énergie cardiaque (Heffter), dans les conditions où elle a été observée, paraît susceptible d'interprétations différentes.

Quoi qu'il en soit, que le cœur où circule une solution exclusivement saline tire son énergie soit de réserves intracellulaires, soit de résidus extracellulaires, mais très adhérents au tissu cardiaque, si la solution suffit à assurer les échanges matériels, il paraît vraisemblable que la rapidité de l'épuisement du cœur doit dépendre de la grandeur de l'utilisation de ses réserves énergétiques.

J'ai ainsi été amené à rechercher s'il existait une relation entre la durée de survie du cœur isolé et le travail qu'il accomplit. Je me suis servi à cet effet du cœur de grenouille et de la solution classique de Ringer.

Lorsque le cœur n'a à lutter contre aucune pression les battements spontanés peuvent persister fort longtemps et cela d'autant plus que l'expérience aura été conduite aseptiquement, cas auquel on les observe aisément pendant plus de 5 jours.

En comparant entre elles les expériences exécutées avec des pressions différentes, on constate que l'efficacité des battements manifestée par l'écoulement du liquide à l'orifice artériel cesse d'autant plus rapidement que la pression est plus forte. I es contractions continuent sans que l'écoulement se produise pendant un certain temps, puis s'arrêtent.

Si à ce moment on abaisse l'orifice du tube artériel et qu'on fasse circuler du liquide de manière à renouveler celui qui se trouvait au contact du cœur, on observe bien une reprise, mais elle est de courte durée et la cessation des battements spontanés est bientôt définitive. La raison principale de l'arrêt du cœur paraît donc être l'épuisement de ses réserves et non l'accumulation de substances fatigantes, éliminées par le lavage.

La durée de persistance de la puissance du cœur dépend surtout de la pression qu'il a à surmonter. Dans des expériences comparatives où cette puissance était analogue (400 à 500 ergs-seconde), elle s'est maintenue très peu de temps ou quelques heures suivant que la pression était forte ou faible tout en étant comprise entre des limites physiologiques. Le travail total effectué était donc beaucoup plus considérable dans ce second cas. Il semble par suite que l'on n'est nullement autorisé à apprécier par le travail extérieur accompli l'énergie dépensée par le fonctionnement du

cœur. On sait (Marey, Dreser) que le débit cardiaque diminue à mesure que la pression s'élève et que par suite le travail est maximum, toutes choses égales d'ailleurs, quand la pression atteint une valeur égale à la moitié de la pression maxima. La consommation d'énergie paraît dépendre plus de la pression que du débit, de telle sorte que le travail optimum n'est pas, si l'on considère des durées suffisantes, celui où l'effet extérieur est le plus considérable. Tous ces faits paraissent aisément explicables grâce aux belles recherches de M. Chauveau sur l'énergétique musculaire.

Effectivement la pression normale du sang dans l'aorte chez la grenouille est inférieure à la moitié de la pression maxima que peut développer le cœur. Si la principale cause de l'arrêt du cœur isolé où circule du liquide de Ringer est bien l'épuisement de ses réserves, il doit, avec un liquide aseptique et convenablement nutritif, maintenir longtemps en dehors de l'organisme une pression voisine de la pression normale.

MÉDECINE. — *De l'influence de la vieillesse sur la pression artérielle.* Note de M. **A. Moutier**, présentée par M. d'Arsonval.

On semble croire généralement que la pression artérielle tend à s'élever à mesure que l'âge s'accroît, et cela sous l'influence seule de l'âge et en dehors de tout état pathologique.

Or il y a deux choses à considérer : savoir, d'abord si chez tous les vieillards on constate une pression plus forte qu'à l'âge adulte et établir ensuite si cette hypertension est normale ou non.

Sur le premier point, nos recherches ne concordent pas avec celles des auteurs qui nous ont précédé dans l'étude de cette question. Cette différence provient peut-être de ce que nous avons observé dans des milieux différents; toujours est-il que, dans notre pratique, nous avons rencontré souvent des septuagénaires et des octogénaires dont la pression artérielle ne différait pas de celle de l'adulte normal et, lors de nos travaux à la maison départementale de la Seine, nous avons même pu voir combien les hypertendus étaient rares parmi les vieillards, hommes ou femmes, hospitalisés dans cet établissement; la majorité de ceux-ci présentaient une pression normale ou au-dessous de la normale.

Potain [1], lors de ses recherches à Bicêtre, a trouvé chez les vieillards, hospitalisés

[1] C. Potain, *La pression artérielle de l'homme à l'état normal et pathologique.* Paris, 1902, p. 97 et suivantes.

dans cet hospice, en général une pression au-dessus de la normale, mais il reconnaît que les hauts chiffres indiqués par le sphygmomanomètre paraissent « se rapporter surtout à la résistance exagérée des parois artérielles et secondairement à l'hypertrophie du cœur qui en est la conséquence ». C'est-à-dire que les sujets qu'il avait observés étaient atteints d'athérome artériel et il le démontre en prenant les tracés sphygmographiques du pouls de ces vieillards. En effet, « on reconnaît, dit-il, sur la plupart, de la façon la plus nette, le plateau signalé par M. Marey comme caractéristique de l'athérome ».

De notre côté, chaque fois que nous avons constaté chez un vieillard une pression artérielle au-dessus de la pression normale de l'adulte, nous avons pu, grâce à la d'Arsonvalisation, par les moyens que nous avons exposés dans des travaux antérieurs, ramener cette pression au même chiffre que chez l'adulte sans déterminer aucun accident, bien au contraire, en améliorant le plus ordinairement l'état général de ces vieillards qui ne présentaient aucun autre trouble objectif que cette hypertension, et en faisant souvent disparaître des troubles subjectifs restés indéterminés jusqu'alors.

Il semble donc que, chez le vieillard, l'hypertension artérielle ne serait pas aussi fréquente qu'on l'a dit, que cette hypertension, lorsqu'elle existerait, serait la conséquence de l'artério-sclérose et qu'elle ne serait pas due à l'évolution normale de l'organisme.

GÉOLOGIE. — *Une chaîne volcanique miocène sur le bord occidental de la Limagne.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Michel Lévy.

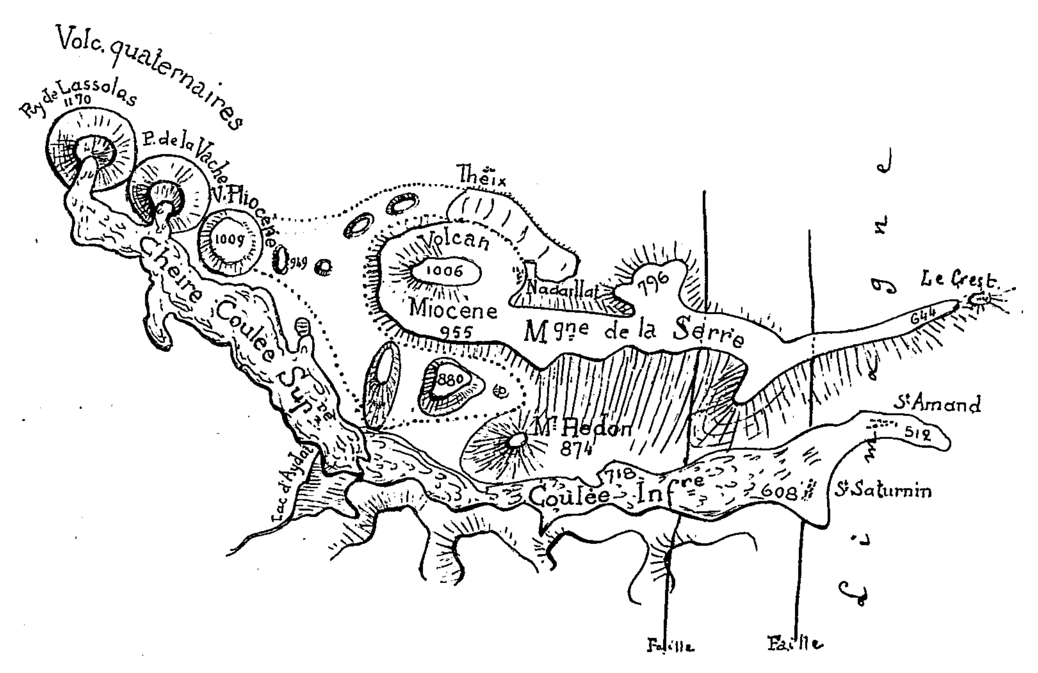
Dans une Note récente j'ai signalé l'existence, à l'époque miocène, d'une chaîne éruptive dominant la vallée de la Sioule, au nord-ouest de la chaîne des Puys. Cette étude m'a permis d'établir la *liaison étroite des phénomènes métallifères qui suivirent immédiatement les éruptions des volcans de cette chaîne* et donnèrent naissance aux filons de plomb argentifère de Pontgibaud. C'est, à ma connaissance, la première fois que l'on constate, en France, une telle relation à l'époque tertiaire.

A la même époque il a existé, non plus à l'ouest de la chaîne des Puys, mais à l'est, sur le bord occidental de la Limagne, une autre région éruptive qui présente des phénomènes métallifères analogues, bien qu'à un degré moindre. Je reviendrai ailleurs sur ce point intéressant. Mais l'étude de ces volcans offre d'autres faits importants sur lesquels je désire appeler l'attention.

Cette région éruptive, aujourd'hui démantelée, formait jadis une véritable chaîne nord-sud alignée sur le bord du bassin tertiaire; une première série de volcans était installée sur le granite, les autres s'étendaient sur les terrains tertiaires. Les premiers constituent aujourd'hui une série de collines de direction est-ouest. C'est d'abord la montagne de la Serre, véritable table de basalte qui n'a pas moins de 10^{km} de long; le Puy de Berzet, le volcan de Charade qui domine les vallons profonds des environs de Royat, puis la nappe pittoresque de Pradelles, sorte de cap avancé sur Clermont. Ces collines, restes de coulées plus étendues, plongent vers la Limagne, comme les collines volcaniques des environs de Pontgibaud-Manzat plongeaient vers la vallée de la Sioule.

Quels sont l'âge et l'origine et quelles sont les relations de ces coulées anciennes, qui contribuent dans une si large mesure au pittoresque de la région ?

La figure ci-dessous, qui se rapporte à la colline de la Serre et aux volcans qui l'avoisinent, me paraît *résumer* ces questions.



1° La partie la plus élevée de cette colline (1006^{m}) représente l'emplacement de l'ancien cratère d'où est sortie cette longue nappe de basalte, ainsi qu'en témoignent les nombreuses projections qui la couronnent, mais la coulée s'étendait plus loin à l'est et au sud, car le petit lambeau de basalte qui coiffe le mont Redon s'y rattache

étroitement. La nappe basaltique est, en outre, morcelée par des failles qui la dénivellent en trois échelons.

2° Sur le pourtour occidental de la colline, on observe une série de lambeaux de basalte dont l'ensemble enserre la partie élargie du plateau de Nadaillat. Ce sont là les restes d'une coulée bifurquée issue d'un cône éruptif en partie détruit, situé à l'est du Puy de la Vache (point 1009).

Cette coulée s'est épanchée dans les deux vallées qui s'étaient creusées sur les flancs de la coulée de la Serre; elle est donc *plus récente*.

3° Enfin plus à l'ouest se trouvent les deux volcans égueulés de la Vache et Lassolas d'où émergent les coulées basaltiques connues sous le nom de *cheires d'Aydat*, semées de cavités, dans lesquelles il se forme de la glace pendant les étés très chauds. Il existe deux coulées superposées distinguées par M. Michel Lévy, la coulée inférieure de 20^{km} de long est jalonnée de petits points éruptifs.

L'ensemble de la région que je viens de décrire comprend des volcans de *trois âges différents, juxtaposés, occupant trois positions différentes* et offrant des aspects différents; la plus ancienne et la plus élevée (montagne de la Serre) domine la région de plus de 200^m et est morcelée par des failles; la coulée issue du point 1009 et épanchée sur les flancs de la précédente surplombe la vallée de 50^m à 100^m tandis que les coulées de la Vache et de Lassolas qui moulent le fond de la Vallée de la Veyre sont d'une fraîcheur remarquable.

La présence de chailles renfermant des fossiles jurassiques à la partie supérieure de la colline de la Serre, le morcellement de cette colline par des failles, sont des faits qui rappellent ceux qui ont été observés sur les côtes de Clermont, de Gergovie, de Chateaugey et de Pardines, par MM. Michel Lévy, Boule et Giraud, collines couronnées de plateaux basaltiques d'âge miocène. On est donc en droit de conclure que le volcan de Nadaillat et la coulée de la Serre sont également d'*âge miocène*.

Les coulées issues du point 1009 ne peuvent être que d'*âge pliocène*. Enfin les deux coulées des volcans de la Vache et de Lassolas se sont épanchées à *deux époques du Pléistocène*.

Les faits que je viens de signaler se répètent, un peu différemment, au *Puy de Berzet*, volcan miocène au pied duquel s'étend une coulée pliocène (Saint-Genès-Champanelle).

Le *Puy de Charade* offre des faits analogues, mais ici la coulée, plus profondément découpée, est *recouverte* en partie par le volcan quaternaire de Gravenoire.

Enfin, la coulée de *Pradelles* se rattache à un cône éruptif, en partie conservé, dominant Villars et la coulée du Puy de Pariou.

En un mot, la *chaîne des Puys quaternaires est encadrée à l'est et à l'ouest par deux chaînes éruptives miocènes et par plusieurs volcans pliocènes.*

GÉOLOGIE. — *Découverte de deux horizons crétacés remarquables au Maroc.* Note de MM. **W. Kilian** et **L. Gentil**, présentée par M. Barrois.

De toutes les parties du Maroc, la chaîne du Haut-Atlas, avec ses sommets pouvant atteindre 4500^{m}, constitue celle qui a le plus excité la curiosité des explorateurs. Aussi la bibliographie relative à la géographie physique de cette chaîne est-elle déjà importante et les noms de Balansa, Hooker et Ball, von Fritsch, de Foucauld, de Segonzac, Thomson, Brives, Lemoine, etc., y figurent.

Mais ces voyageurs se sont bornés, pour la plupart, à parcourir le flanc septentrional de l'aile occidentale de la haute chaîne, c'est-à-dire de la partie située au sud-est de Mogador et au sud de Marrakech; tandis que la partie littorale est demeurée très longtemps inexplorée. Seul M. Brives a fait (1904), à l'est de l'itinéraire des explorateurs de Foucauld et de Segonzac, un crochet qui lui a permis de pénétrer plus que ses devanciers dans la tribu des Ida ou Tanan, jalousement fermée aux investigations de l'Européen.

L'un de nous a pu, l'an dernier, lors de sa participation à la Mission du Comité du Maroc (Mission de Segonzac) circuler assez librement dans ce pays siba, le traversant de part en part et remontant jusqu'aux sources de l'Asif Tamerakht (¹). Il a constaté que l'extrémité de la chaîne est formée de terrains primaires, jurassiques et de terrains crétacés qui forment une série à peu près complète. Ces derniers sont très riches en fossiles; certains niveaux même lui ont fourni d'abondants matériaux malgré les difficultés qu'il a éprouvées pour les recueillir.

Le but de la présente Note est de signaler, dans cette région sud-marocaine, deux horizons très intéressants jusqu'ici inconnus dans le Pays du Moghreb et nettement définis par des faunes importantes : l'une appartenant à l'*Aptien supérieur* (Gargasien), l'autre offrant les espèces les plus caractéristiques du *niveau de Clansayes*, d'un âge intermédiaire entre l'Aptien supérieur et le Gault inférieur des auteurs.

(¹) Louis Gentil, *Dans le Bled es Siba, Explorations au Maroc*. Paris, Masson et C^{ie}, 1906 (1 vol. in-4°, 223 figures).

La faune gargasienne est composée de fossiles pyriteux; l'un de nous (W. Kilian) y a reconnu entre autres, malgré l'état d'encroûtement d'une partie des échantillons : *Hibolites semicanaliculatus* Blainv., mut. *major* Kilian (assez commun); *Phylloceras* sp. gr. *Morelianus* d'Orb. sp.; *Ph. Carlavanti* d'Orb. sp.; *Desmoceras Toucasi* Jacob (moules pyriteux nombreux, intermédiaires entre *D. vocontium* Lory et Sayn, et *D. Toucasi,* J.; sur ces moules internes les bourrelets du test, caractéristiques de *D. Toucasi* sont, comme il est naturel, très atténués); *Puzosia Angladei* Sayn (assez fréquent, existe aussi dans le Gargasien des Basses-Alpes); *Lytoceras* nov. sp. (abondants dans les marnes gargasiennes des Basses-Alpes); *Lytoceras numidicum* (Coq.) Sayn (bel échantillon, existe aussi dans les marnes aptiennes de la Haute-Provence), *L.* sp.; *Parahoplites gargasensis* sp. (typique); *Par. crassicostatum* d'Orb. var. (se retrouve à Gargas et à l'Oued Cheniour); *Par.* nov. sp. (intermédiaire entre *Par. crassicostatus* d'Orb. sp. et *tardefurcatus* d'Orb. sp., très abondante); *Par.* n. sp.; *Toxoceras Cornuelianus* d'Orb. sp. (fragments); *Oppelia nisus* d'Orb. sp.; *Sonneratia* cf. *raresulcata* Leym. sp.; Gastropodes (*Solarium, Aporrhais*, etc., en moules pyriteux); *Plicatula placunea* Lamk.; *Pl. radiola* Lamk (pyriteuse); *Corbis* sp., *Cucullaria* indét.; *Cardium* sp.; *Venericardia neocomiensis* d'Orb.; *Terebratula sella* Sow. (identique à la figure 19, *Pl. CCII,* de Pictet et de Loriol, assez commun); *Magellania tamarindus* d'Orb, sp. (fréquent en moules pyriteux et en échantillons pourvus de leur test); *Rhynchonella* sp. (écrasée).

Cette faune a été recueillie dans le nord de la tribu des Ida ou Tanan, au pied sud-est du Djebel Ouljdad, à la partie supérieure d'une série puissante de marnes grises ou verdâtres, intercalées de lits gréseux, jaunâtres, représentant plusieurs horizons du Crétacé inférieur.

Les fossiles du *niveau de Clansayes* sont des moules non pyriteux empâtés dans un calcaire marneux, gris blanchâtre. La roche forme un banc qui se montre immédiatement au-dessus des argiles à faune gargasienne, avec une épaisseur de 20^{m} à 30^{m}. Il a été possible de le poursuivre sur une longueur de 300^{m} à 400^{m} et l'explorateur l'a vu affleurer sur 150^{m} de largeur. Il est pétri d'Ammonites, ayant pour la plupart $0^{m},10$ à $0^{m},20$ de diamètre, et l'accumulation de ces coquilles de Céphalopodes est telle que ce gisement semble devoir défier, au point de vue du nombre des individus qui y sont entassés, les plus riches gisements fossilifères connus. Malheureusement la récolte en est difficile, à cause de la méfiance des indigènes, et c'est au prix de mille artifices qu'ont été recueillis les matériaux qui ont permis à l'un de nous (W. Kilian) de reconnaître les espèces suivantes :

Belemnites semicanaliculatus Blainv. mut. *major* Kil., abondant; *Desmoceras* sp. indet.; *Desm. Toucasi* Jacob, [éch. semblable aux exemplaires de Clansayes (Drôme)]; *Desm. Akuschaense* Anthula (formes semblables aux éch. de Clansayes); *Douvilleiceras Bigoureti* Seunes sp.; *Douv.* sp.; *Douv.* sp. (fragments); *Douv. nodosocostatum* d'Orb. sp. (un éch. typique); *Parahoplites Nolani* Seunes sp. (abondant, avec nom-

breuses variétés qui permettraient de donner une description plus complète qu'il n'a été fait jusqu'à ce jour; espèce d'une foule de localités delphino-provençales); *Par.* sp. (nombreuses formes intermédiaires entre *P. Nolani*, *P. Bigoti* Seunes et *P. Grossouvrei* Jac.); *Par. Bigoti* Seunes sp.; *Par. aff. multispinatus* Anthula; *Par.* n. sp. (groupe de *Par. Milletianus* d'Orb.); *Par. Deshaysei* Leym. sp. (éch. identique à des individus jeunes de l'Aptien inférieur de l'Homme-d'Armes, près Montélimar; c'est la *première fois* que cette espèce est signalée dans la zone de Clansayes); *Plicatula radiola* Lamk; Serpules; *Rhynchonella Deluci* Pictet; *Terebratula sella* Sow. (éch. typique); *Terebr. Dutempleana* d'Orb.

Cet ensemble in dique très nettement une association faunique semblable à celle de Clansayes; outre la prédominance des mêmes espèces (*Par. Nolani, Douv. Bigoureti,* surtout *Douv. nodosocostatum* d'Orb. sp., etc.), et les variétés des *Parahoplites* du groupe *Nolani-Bigoti,* la présence de quelques formes aptiennes avec des types albiens, tels que *Desm. Akuschaense* et *Rynch. Deluci,* est éminemment caractéristique.

Il est intéressant de constater que non seulement la *faune de Clansayes* possède dans la région delphino-provençale, ainsi que l'a récemment montré M. Jacob (¹), une extension beaucoup plus grande qu'on ne le soupçonnait, mais qu'elle se retrouve en Afrique avec les mêmes caractères et au même niveau.

Il est du plus haut intérêt de constater la présence de ces deux horizons, non encore signalés au Maroc, et de faire connaître leur identité remarquable de facies avec les formations analogues de l'Aptien supérieur et de l'Albien inférieur d'une partie de la contrée delphino-provençale (Diois, Baronnies). Le facies est en grande partie bathyal; dans l'horizon inferieur, l'abondance des *Desmoceras,* des *Puzosia,* des *Lytoceras* et *Phylloceras* associés aux *Parahoplites* et surtout la fréquence relative de *Puzosia Angladei* Sayn, sp. éloigne un peu ce type faunique de Gargas pour le rapprocher de certains gisements algériens signalés par M. Blayac (Oued Cheniour).

HYDROGRAPHIE. — *Sur le grand cañon du Verdon (Basses-Alpes), son âge et sa formation.* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

Du 11 au 14 août 1905 j'ai effectué la première descente complète du grand cañon du Verdon, entre Rougon et Aiguines, avec MM. A. Janet,

(¹) *Bull. Soc. géol. de France,* 4ᵉ série, t. V, 1905, p. 399.

M. Lecouppey de la Forest, L. Armand et dix auxiliaires. Cette difficile entreprise n'a pu être menée à bien que grâce aux ressources de notre mission officielle du Ministre de l'Agriculture pour l'étude de Fontaine-l'Évêque (voir *Comptes rendus*, 11 décembre 1905).

L'exploration scientifique de cette gorge restait un problème géographique : le dessin des cartes n'avait été fait que des lèvres ou bords supérieurs de la cluse. Celle-ci, longue de 21^{km}, est, plus qu'aucune autre vallée d'Europe, un véritable *cañon*, comme ceux de l'Amérique du Nord. La hauteur des escarpements varie de 300^m à 700^m. Les crêtes d'un deuxième gradin dominent le fond de 900^m à 1100^m. La largeur de la gorge est parfois inférieure à 10^m. La dénivellation totale (153^m, de 603^m à 450^m d'altitude) donne au torrent une pente de 7^m,33 par kilomètre (6^m,40 pour le Rhône, de son glacier au lac Léman ; 2^m,71 pour le Tarn dans la Lozère). Avec un étiage extrêmement bas nous n'avons vu nulle part la vitesse du courant inférieure à 2^m par seconde.

Les obstacles, formidables, ont nécessité 3 jours et demi de rude labeur pour la descente des 21^{km}, et provoqué plusieurs périlleux chavirements, ainsi que la successive mise hors de service de nos trois bateaux démontables.

Le grand cañon du Verdon est une incomparable merveille, beaucoup plus grandiose et plus extraordinaire que les gorges lozériennes du Tarn.

Géologiquement c'est la prédominance d'énormes diaclases dans les calcaires du Jurassique supérieur (à facies tantôt tithonique, tantôt saccharoïde ou dolomitique) qui a préparé l'incision, puis l'approfondissement du cañon ; les joints de stratification ont joué un rôle plus limité, d'autant plus que le torrent coule la plupart du temps à contre-pendage. La Carte géologique (Castellane), établie par M. Zürcher (1887-1894), est fort exacte, à ce détail près que les calcaires gris (j^4) en bancs très régulièrement stratifiés et très morcelés affleurent plus souvent qu'elle ne le marque ; et cela dans les parties les plus élargies de la gorge, parce que ces calcaires, fissurés à l'extrême, ont favorisé les effets destructeurs de l'érosion et formé des talus à pentes raides, que surmontent les murs verticaux des roches plus compactes ; quand celles-ci descendent jusqu'au niveau de la rivière, leurs falaises ou *barres* rétrécissent la cluse au point qu'on perd souvent la vue du ciel. Comme pour les gorges du Tarn et de la Jonte, la morphologie de la vallée dépend de la lithologie de ses parois.

Le mode de creusement est particulièrement intéressant : en deux points *au moins* ce n'est pas seulement sous des éboulis (comme au Pas-de-Souci du Tarn) que le Verdon disparaît ; au Pas-de-l'Imbut et au Grand-Cavalet, il passe complètement *sous la roche en place*, sur plusieurs décamètres de longueur ; la *perte* est absolue ; plusieurs des écroulements qui font barrage paraissent être les ruines récentes de dispositifs semblables. Il y a donc

lieu, comme je l'ai indiqué il y a longtemps (*Comptes rendus*, 3 décembre 1888), de faire intervenir (sans généraliser cependant) les affaissements de passages souterrains, les véritables effondrements de cavernes comme l'un des facteurs du creusement des cañons.

D'ailleurs, au confluent de l'Artuby, à *la Mescle* (mêlée des eaux) nous avons constaté qu'une perte *actuelle* capture une petite partie de l'eau du Verdon; l'approfondissement par voie d'affouillement souterrain n'est donc pas encore arrêté; il y a certainement, dans le lit, d'autres pertes que nous n'avons pu que pressentir.

Les crues terribles et subites (faisant varier le débit de 6^{m^3} à 1429^{m^3} par seconde) donnent d'ailleurs une colossale force de percussion aux énormes rocs et troncs d'arbres qu'elles entraînent; l'intensité de l'érosion reste ici, de nos jours mêmes, prodigieuse. Les marmites, cannelures, saillies, perforations, baumes, découpées à même le lit et les rives, sont, sous ce rapport, d'une fraîcheur tout à fait convaincante; elles forment un vrai *musée des actions mécaniques* (et chimiques aussi d'ailleurs), confirmant à souhait la théorie des tourbillonnements de M. J. Brunhes.

La cloison transversale fissurée, *encore en place*, qui fait comme une épaisse grille au Pas-de-l'Imbut, doit créer, lors des flux d'eaux, une élévation de niveau de 20^m à 30^m vers l'amont, ainsi qu'en témoignent de puissants dépôts vaseux; le déversement du cours d'eau se produit alors en cascade par-dessus l'obstacle; celui-ci, phénomène des plus remarquables, disparaîtra peu à peu sous les coups de bélier des crues réitérées.

Tout l'aspect du lit et de ses rives atteste la grande jeunesse relative du cañon actuel; il poursuit rapidement son approfondissement vers le niveau de base le plus proche qui est, pour le moment, la plaine des Salles entre 410^m et 450^m d'altitude.

Je pense que l'ouverture du cañon ne remonte pas plus haut que le Pleistocène : déjà MM. de la Noë et de Margerie ont noté que les poudingues miocènes de Riez ont refoulé le Verdon tertiaire vers le sud; or ces dépôts pénètrent jusqu'à 900^m d'altitude à l'entrée nord du grand Plan de Canjuers. Plus récents certes sont les amas de terre cultivés dans les creux de ce plan et qu'*a priori* je crois pliocènes (voir *Comptes rendus*, 11 déc. 1905). Dès le Miocène tout au moins, les avens ont commencé la capture souterraine des grandes eaux courantes, qui ont laissé leurs traces topographiques très nettes parmi les larges et hautes dépressions (900^m à 1000^m) de la Palud et de Canjuers, aujourd'hui remplacées par les cañons étroits du Verdon et de l'Artuby; les érosions et captures postérieures, de

plus en plus décroissantes, ont fait le reste; elles continuent leur travail de déblaiement et d'affouillement, toujours de plus en plus affaibli, entre 200^m et 500^m plus bas qu'autrefois.

C'est, comme dans tous les plateaux et les vallées analogues, la consécration de la déchéance hydrologique des terrains calcaires, par l'effet des absorptions fissurales combinées avec la réduction des précipitations atmosphériques.

M. **Witold Broniewski** adresse une Note *Sur la relation entre le changement de résistance et la dilatation des solides monoatomiques*.

(Renvoi à la Section de Physique.)

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 MARS 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Propagation du mouvement autour d'un centre, dans un milieu élastique, homogène et isotrope : caractères de l'onde totale.* Note de **J. Boussinesq.**

I. Superposons enfin (¹) les deux systèmes des déplacements ξ_1, η_1, ζ_1 et ξ', η', ζ', dont les premiers, effectués sans rotation moyenne, produisent partout la dilatation cubique effective, et dont les seconds, produits sans changement de densité, donnent également partout la véritable rotation moyenne : nous aurons l'*onde totale*, comprise à chaque instant entre deux sphères décrites, autour de l'origine, avec le plus grand et le plus petit des quatre rayons $R = At \pm \varepsilon$, $R = at \pm \varepsilon$. En avant de cette onde totale, les valeurs de ξ_1, η_1, ζ_1 et celles de ξ', η', ζ', égales et contraires, se détruisent; de sorte que l'*état naturel y existe non moins qu'à l'arrière*, où il se trouve produit dans chaque onde partielle dès qu'elle est détachée de l'origine des coordonnées, c'est-à-dire dès que At ou at excède ε.

Alors les deux couches, chacune d'épaisseur 2ε, contiguës aux deux faces de l'onde totale et ayant pour rayons moyens respectifs At et at, propagent, la première, les dilatations cubiques θ de la masse, la seconde, ses rotations moyennes, à composantes ω_x, ω_y, ω_z. Le déplacement total, aux grandes

---

(¹) Voir le numéro précédent des *Comptes rendus*, p. 542.

distances R de l'origine, est *longitudinal* dans la première, où la formule

$$-\frac{1}{A}\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{1}{4\pi R}\left[\psi(At - R) + \int_{\varepsilon}^{At-R} \Psi(\delta)\frac{d\delta}{A}\right]$$

l'exprime à très peu près, *transversal* dans la seconde, où ses composantes ont des formules comme

$$\xi' = \frac{\varphi(at - R)}{R}.$$

II. Dans l'intervalle des deux couches, les déplacements ξ, η, ζ, incomparablement plus faibles, et qui n'amènent ni changement de la densité, ni rotation moyenne, sont ceux qui précéderaient ou, en quelque sorte, annonceraient la tête de l'onde la plus lente, si on la considérait seule. Ils ont pour valeurs $\mp \frac{d\Phi_0}{d(x, y, z)} \mp \frac{d\Pi_0}{d(x, y, z)} t$, avec les signes supérieurs — quand l'onde la plus lente est celle à mouvements transversaux et les signes inférieurs + quand c'est l'onde à mouvements longitudinaux. Évidemment nuls lorsque l'onde à mouvements transversaux se trouve seule produite (puisque alors θ, Φ, Φ_0, Π_0 s'évanouissent); ils sont nuls aussi quand les conditions d'état initial font, au contraire, disparaître cette onde, ou annihilent les rotations moyennes; car, alors, les six quantités ξ, η, ζ, $\frac{d(\xi, \eta, \zeta)}{dt}$ étant les dérivées respectives en x, y, z de deux fonctions Φ et Π, leurs valeurs initiales $\frac{d\Phi_0}{d(x, y, z)}$, $\frac{d\Pi_0}{d(x, y, z)}$ sont nulles partout *en avant de l'onde*, comme expression de déplacements et de vitesses ne différant de zéro que dans la région d'ébranlement.

III. Un cas particulier intéressant est offert par les fluides et par l'éther lumineux, où s'annule l'une des deux vitesses de propagation, savoir, a pour les fluides et A pour l'éther. La plus lente des deux ondes, si les circonstances de l'état initial ne l'annihilent pas, reste donc fixée dans la région d'ébranlement; et la matière doit, par suite, à l'arrière de l'onde qui se propage, être généralement animée de petites vitesses constantes, ou ne pas revenir tout à fait à l'état naturel. En réalité, de légères résistances, négligées dans les équations du mouvement comme étant habituellement insensibles, y font sans doute évanouir peu à peu ξ, η, ζ ou, du moins, $\frac{d(\xi, \eta, \zeta)}{dt}$: ce sont, dans les fluides, les frottements intérieurs, ou d'autres forces analogues, je veux dire la partie des pressions normales,

pareille ou non en tous sens, qui dépend, *dans les fluides naturels, des vitesses avec lesquelles se produisent les contractions et dilatations tant linéaires que cubique* [1].

IV. Ostrogradsky a donné pour l'onde totale des formules simples, dans le cas où aucune *impulsion* n'accompagne les déplacements initiaux ξ_0, η_0, ζ_0, c'est-à-dire quand il n'y a pas de vitesses initiales ou que, pour ξ, par exemple, les fonctions $F(x, y, z)$ et $\Xi_0(x, y, z)$ de ma dernière Note sont nulles.

L'expression de θ, en y posant $At = r$, est alors

$$\frac{1}{4\pi}\frac{d}{dr}\int_\sigma \frac{f(x_1 y_1, z_1)\,d\sigma}{r};$$

et, d'autre part, l'équation indéfinie en Φ devient de même

$$\frac{d^2\Phi}{dr^2} = \theta = \frac{1}{4\pi}\frac{d}{dr}\int_\sigma \frac{f(x_1, y_1, z_1)\,d\sigma}{r}.$$

Multiplions par r et intégrons de manière que la dérivée $\frac{d\Phi}{dr}$ s'annule, comme on sait, pour At ou r infinis. Il viendra

$$\frac{d\Phi}{dr} = -\frac{1}{4\pi r}\int_\sigma f(x_1 y_1, z_1)\,d\sigma;$$

et, après multiplication par dr, une nouvelle intégration en r, effectuée encore de manière que $\Phi = 0$ pour t infini, donnera finalement

$$\Phi = \frac{1}{4\pi}\int_{At}^{\infty}\frac{dr}{r}\int_\sigma f(x_1, y_1, z_1)\,d\sigma. \tag{1}$$

La fonction Φ' s'en déduit par la simple substitution de a à A; et l'on a ensuite

$$\Phi - \Phi' = \frac{1}{4\pi}\int_{At}^{at}\frac{dr}{r}\int_\sigma f(x_1, y_1, z_1)\,d\sigma. \tag{2}$$

---

[1] Ces diverses forces interviennent dans une notable proportion, en rapport avec la *très grande vitesse des contractions linéaire et cubique, à l'avant des ondes aériennes dues à une explosion, pour* y réduire la pression ou *rendre moins abrupte la tête de l'onde,* comme on peut voir au n° VI d'un Mémoire que j'ai publié, en juillet 1891, dans le *Journal de Physique théorique et appliquée* (2^e série, t. X).

Comme, d'ailleurs, l'expression totale de ξ s'obtient en ajoutant $\frac{d\Phi}{dx}$ au second membre de la formule (6) de ma précédente Note, il viendra (vu $\Xi_0 = 0$), si l'on multiplie par 4π;

$$(3) \qquad 4\pi\xi = \frac{1}{a^2}\frac{d}{dt}\int_{\sigma'}\frac{\xi_0(x', y', z')\,d\sigma'}{t} + \frac{d}{dx}\int_{\Delta t}^{at}\frac{dr}{r}\int_{\sigma} f(x_1, y_1, z_1)\,d\sigma;$$

x', y', z' y désignent les coordonnées des divers éléments $d\sigma'$ d'une sphère décrite, autour du centre (x, y, z), avec le rayon r' égal à at; et x_1, y_1, z_1 y sont, comme on sait, les coordonnées des divers points de la sphère σ, de rayon r, décrite de même autour de (x, y, z).

Telle est, sous sa forme la plus concise possible, la première formule d'Ostrogradsky ([1]), à laquelle sont analogues celles de η et ζ.

V. Dans le cas contraire où il y aurait eu initialement *impulsion*, c'est-à-dire production de vitesses, mais sans déplacements ξ_0, η_0, ζ_0, on se donnerait provisoirement pour inconnues les vitesses mêmes $\frac{d(\xi, \eta, \zeta)}{dt}$, que l'on reconnaît aisément devoir alors s'exprimer comme le faisaient ξ, η, ζ ci-dessus. Et la formule (3) donnerait, par exemple,

$$(4) \qquad 4\pi\frac{d\xi}{dt} = \frac{1}{a^2}\frac{d}{dt}\int_{\sigma'}\frac{\Xi_0(x', y', z')\,d\sigma'}{t} + \frac{d}{dx}\int_{\Delta t}^{at}\frac{dr}{r}\int_{\sigma} F(x_1, y_1, z_1)\,d\sigma.$$

Après multiplication par dt, une intégration *sur place*, effectuée à partir de l'époque $t = 0$ où ξ est nul, en déduirait $4\pi\xi$.

Enfin, l'intégrale générale est obtenue par Ostrogradsky en superposant cette solution partielle à la précédente (3).

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur les quasi-ondes de choc au sein des fluides mauvais conducteurs de la chaleur.* Note de M. **P. Duhem.**

Pour faire usage de l'inégalité établie dans une Note précédente ([2]), nous ferons d'abord cette remarque qui a été justifiée ([3]) pour les ondes

---

([1]) Reproduite par Poisson, dans son Mémoire inséré au Tome X du *Recueil de l'Académie des Sciences de Paris*, p. 594.

([2]) *Sur une inégalité importante dans l'étude des quasi-ondes de choc* (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 491, séance du 26 février 1906).

([3]) *Recherches sur l'Hydrodynamique*, 1re série, p. 70. On remarquera que les

de choc véritables et dont la démonstration s'étend sans peine aux quasi-ondes : *ou bien les deux vitesses* $\mathfrak{V}_0$, $\mathfrak{V}_1$ *sont toutes deux égales à* o, *ou bien elles sont de même signe*. Nous laisserons de côté, pour le moment, le cas où les deux vitesses $\mathfrak{V}_0$, $\mathfrak{V}_1$ sont nulles et nous supposerons les indices o et 1 choisis de telle sorte qu'elles soient positives. Nous savons d'ailleurs que l'on a

$$(1) \qquad \frac{\rho_0}{\rho_1}\mathfrak{V}_0^2 = \frac{\rho_1}{\rho_0}\mathfrak{V}_1^2 = \frac{\Pi_1 - \Pi_0}{\rho_1 - \rho_0}.$$

Nous allons considérer un *fluide mauvais conducteur de la chaleur*, c'est-à-dire un fluide où le coefficient de conductibilité $k(\rho, T)$ est une quantité très petite de l'ordre de h. La quantité $\mathfrak{V}$, comprise entre les deux quantités positives $\mathfrak{V}_0$ et $\mathfrak{V}_1$, est une quantité positive; il en est de même de R et de Θ. L'inégalité établie dans notre précédente Note devient donc

$$(2) \qquad \sigma(\rho_1, T_1) - \sigma(\rho_0, T_0) < 0.$$

C'est le résultat obtenu par M. É. Jouguet [1].

En chaque point du fluide, la pression Π est liée à la densité ρ et à la température T par l'égalité

$$(3) \qquad \rho^2 \frac{\partial \zeta(\rho, T)}{\partial \rho} = \Pi,$$

la fonction $\zeta(\rho, T)$ possédant en outre les propriétés suivantes :

$$(4) \qquad \frac{\partial \zeta(\rho, T)}{\partial T} = - E\,\sigma(\rho, T),$$

$$(5) \qquad 2\frac{\partial \zeta(\rho, T)}{\partial \rho} + \rho\frac{\partial^2 \zeta(\rho, T)}{\partial \rho^2} > 0,$$

$$(6) \qquad \frac{\partial^2 \zeta(\rho, T)}{\partial T^2} < 0.$$

Enfin si, sous pression constante, le *fluide se dilate par élévation de température*, on a

$$(7) \qquad \frac{\partial^2 \zeta(\rho, T)}{\partial \rho\, \partial T} > 0,$$

---

quantités nommées $\mathfrak{V}_1$ et $\mathfrak{V}_2$, en cet Ouvrage, correspondent aux quantités nommées $\mathfrak{V}_0$ et $-\mathfrak{V}_1$ en la présente Note.

(1) É. Jouguet, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1685; t. CXXXIX, 1904, p. 786. — *Sur la propagation des réactions chimiques dans les gaz*, chapitre III (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 6e série, t. II, 1906, p. 5).

tandis que, s'*il se contracte par élévation de température*, on a

$$(7\ bis)\qquad \frac{\partial^2 \zeta(\rho, T)}{\partial\rho\, \partial T} < 0.$$

Remarquons de suite que les égalités (3) et (4) donnent les identités suivantes, dont nous aurons à nous servir,

$$(8)\qquad d\Pi\, d\rho = \left(2\rho\frac{\partial\zeta}{\partial\rho} + \rho^2\frac{\partial^2\zeta}{\partial\rho^2}\right)(d\rho)^2 - E\rho^2\, d\sigma\, dT - \rho^2\frac{\partial^2\zeta}{\partial T^2}(dT)^2,$$

$$(9)\qquad E\, d\sigma = -\frac{\partial^2\zeta}{\partial\rho\,\partial T}\, d\rho - \frac{\partial^2\zeta}{\partial T^2}\, dT.$$

La relation d'Hugoniot est applicable à notre quasi-onde; elle peut s'écrire

$$(10)\qquad \begin{cases} [\zeta(\rho_1, T_1) + ET_1\, \sigma(\rho_1, T_1) - \zeta(\rho_0, T_0) - ET_0\, \sigma(\rho_0, T_0)]\rho_0\rho_1 \\ \qquad\qquad - \dfrac{\Pi_0 + \Pi_1}{2}(\rho_1 - \rho_0) = 0. \end{cases}$$

Donnons-nous, en amont de l'onde, les valeurs de ρ_0, T_0; Π_0 sera donné par l'égalité (3). Faisons varier la valeur de ρ_1; les égalités (3) et (10) nous donneront T_1, Π_1 en fonctions de ρ_1; soient $\Theta(\rho_1)$, $P(\rho_1)$ ces fonctions; $\sigma(\rho_1, T_1)$ deviendra une fonction de ρ_1, $S(\rho_1)$. Les égalités (3) et (10) nous donneront sans peine

$$(11)\qquad E\Theta\rho_0\rho_1\frac{dS(\rho_1)}{d\rho_1} + \frac{1}{2\rho_1}\left[(P - \Pi_0)\rho_0 + (\rho_1 - \rho_0)\rho_1\frac{dP(\rho_1)}{d\rho_1}\right] = 0.$$

Cette égalité donne

$$(12)\qquad \left[\frac{dS(\rho_1)}{d\rho_1}\right]_{\rho_1=\rho_0} = 0.$$

Des calculs semblables donnent

$$(12\ bis)\qquad \left[\frac{d^2S(\rho_1)}{d\rho_1^2}\right]_{\rho_1=\rho_0} = 0,$$

$$(13)\qquad \left[\frac{d^3S(\rho_1)}{d\rho_1^3}\right]_{\rho_1=\rho_0} = \frac{1}{ET_0\rho_0^2}\left[\rho_0\frac{\partial^2\zeta(\rho_0, T_0)}{\partial\rho_0^2} + \zeta(\rho_0, T_0)\right].$$

Les égalités (8) et (12) nous montrent que

$$(14)\qquad \begin{cases} \left[\dfrac{dP(\rho_1)}{d\rho_1}\right]_{\rho_1=\rho_0} = 2\rho_0\dfrac{\partial\zeta(\rho_0, T_0)}{\partial\rho_0} + \rho_0^2\dfrac{\partial^2\zeta(\rho_0, T_0)}{\partial\rho_0^2} \\ \qquad\qquad - \rho_0^2\dfrac{\partial^2\zeta(\rho_0, T_0)}{\partial T_0^2}\left[\dfrac{d\Theta(\rho_1)}{d\rho_1}\right]^2_{\rho_1=\rho_0}. \end{cases}$$

L'égalité (14), jointe aux inégalités (5) et (6), nous montre que, pour les valeurs de ρ_1 suffisamment voisines de ρ_0, la fonction $P(\rho_1)$ croît avec ρ_1. Dès lors, *les égalités* (1) *donnent toujours des valeurs réelles pour* $\mathfrak{V}_0$, $\mathfrak{V}_1$ *tant que* ρ_1 *est suffisamment voisin de* ρ_0.

Les égalités (12), (12 *bis*) et (13) montrent que, pour les valeurs de ρ_1 suffisamment voisines de ρ_0, $S(\rho_1)$ est une fonction croissante de ρ_1. En est-il de même pour toute valeur de ρ_1 inférieure à ρ_0? Pour que $S(\rho_1)$ cessât, pour une certaine valeur de ρ_1, d'être fonction croissante de ρ_1, il faudrait que $\frac{dS}{d\rho_1}$ s'annulât pour cette valeur; alors, en vertu de la démonstration précédente, $\frac{dP}{d\rho_1}$ serait positif; il en serait de même de $(\rho_0 - \rho_1)$ et, en outre, selon (1), de $(\Pi_0 - \Pi_1)$ si $\mathfrak{V}_0$, $\mathfrak{V}_1$ sont réels. L'égalité (11) serait alors une absurdité. Dès lors, l'inégalité (2) conduit à la conséquence suivante :

Tant qu'une quasi-onde de choc peut se propager avec une vitesse réelle en un fluide mauvais conducteur, la densité est plus grande en amont de l'onde qu'en aval.

La quasi-onde se propagera-t-elle avec une vitesse réelle quelle que soit la valeur de ρ_1, inférieure à ρ_0? Si cette vitesse devait devenir imaginaire pour une certaine valeur de ρ_1, il faudrait que, pour une valeur de ρ_1 comprise entre celle-là et ρ_0, on eût $\frac{dP(\rho_1)}{d\rho_1} = 0$. Or, pour cette dernière valeur de ρ_1, $\frac{dS(\rho_1)}{d\rho_1}$ serait positif d'après le théorème précédent. Dès lors, l'égalité (9), jointe aux inégalités (6) et (7), nous apprend que $\frac{d\Theta(\rho_1)}{d\rho_1}$ est positif pour cette valeur.

D'ailleurs, l'égalité (8) devient alors

$$\frac{dP(\rho_1)}{d\rho_1} = 2\rho_1 \frac{\partial \zeta(\rho_1, T_1)}{\partial \rho_1} + \rho_1^2 \frac{\partial^2 \zeta(\rho_1, T_1)}{d\rho_1^2} + \rho_1^2 \frac{\partial^2 \zeta(\rho_1, T_1)}{\partial \rho_1 \, \partial T_1} \frac{d\Theta(\rho_1)}{d\rho_1}.$$

En vertu des inégalités (5) et (6), elle donne

$$\frac{dP(\rho_1)}{d\rho_1} > 0 \qquad \text{et non} \qquad \frac{dP(\rho_1)}{d\rho_1} = 0.$$

Donc, *au sein d'un fluide qui se dilate par une élévation de température, une quasi-onde de choc se propage avec une vitesse réelle, quelle que soit la grandeur de la discontinuité.*

On remarquera l'analogie de la méthode qui vient d'être suivie avec celle qu'a indiquée M. É. Jouguet.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur les effets de la tuberculine absorbée par le tube digestif chez les animaux sains et chez les animaux tuberculeux.* Note de MM. **A. Calmette** et **M. Breton**.

Dans une précédente Note (1) nous avons montré que les animaux rendus tuberculeux soit par inoculation, soit par ingestion d'un seul repas infectant, sont rapidement intoxiqués lorsqu'on leur fait ingérer à plusieurs reprises de petites quantités de bacilles tuberculeux tués par l'ébullition.

Nous avons vu, en outre, que les animaux sains eux-mêmes sont susceptibles de succomber lorsqu'on leur fait absorber successivement, à de courts intervalles, plusieurs petites doses de ces mêmes bacilles morts. Les lésions anatomiques qu'ils présentent sont alors identiques à celles que l'on observe à la suite de l'intoxication par la *tuberculine*.

Freymuth (2) avait déjà constaté que, chez les malades atteints de tuberculose pulmonaire, la tuberculine ingérée produit la même réaction fébrile que lorsqu'on l'injecte sous la peau, si l'on prend soin de neutraliser au préalable l'acidité du suc gastrique par l'administration d'une dose convenable de bicarbonate de soude.

Les expériences que nous relatons aujourd'hui prouvent que, chez les rongeurs herbivores tels que le cobaye, dont on connaît la grande sensibilité à la tuberculose, la *tuberculine ingérée,* sans alcalinisation préalable du contenu stomacal, se montre toxique non seulement pour ceux de ces animaux qui sont déjà tuberculeux, mais aussi, et surtout dans le jeune âge, pour ceux qui sont indemnes de tuberculose.

Afin d'éliminer l'influence de la glycérine, nous avons utilisé la tuberculine à l'état de poudre sèche, précipitée par l'alcool absolu. 100^g de tuberculine brute fournissent ainsi $0^g,75$ de précipité sec. Cette poudre, entièrement soluble, était dissoute au moment de l'usage dans une très petite quantité d'eau et administrée à l'aide d'une petite sonde en gomme adaptée à une seringue. Les animaux étaient toujours tenus à jeun depuis 24 heures.

Une dose de $0^g,02$ de notre tuberculine (3) ainsi préparée et *ingérée en un seul*

(1) *Comptes rendus,* 19 février 1906.

(2) *Münchener Med. Woch.,* 10 janvier 1905.

(3) Cette dose correspond à $2^g,50$ de tuberculine brute.

repas tue presque constamment en 2 à 7 jours les jeunes cobayes *sains* de 130g à 150g, sans produire chez eux de réaction thermique caractérisée.

A l'autopsie on leur trouve des ecchymoses sous-séreuses et des hémorragies intestinales, un commencement de dégénérescence granulo-graisseuse du foie avec décoloration des reins et des capsules surrénales. Leur intestin grêle est extrêmement friable.

Les cobayes adultes *sains* du poids de 350g à 400g sont plus résistants. Mais, lorsqu'on leur fait ingérer en un seul repas 0g,05 de tuberculine, ils maigrissent et succombent constamment 40 à 45 jours après, avec des lésions de dégénérescence granulo-graisseuse ou vitreuse très accentuées.

Nous avons essayé vainement d'habituer les cobayes sains à l'ingestion répétée de tuberculine à doses progressivement croissantes. Chez les animaux jeunes, nous avons fait ingérer successivement, de 5 en 5 jours, 2mg, 5mg et 10mg de tuberculine, et chez les adultes jusqu'à 95mg en 6 repas, sans pouvoir aller plus loin. Aucun de nos animaux n'a résisté.

La sensibilité des cobayes tuberculeux à la tuberculine est, comme on devait le supposer, beaucoup plus grande.

Nos expériences ont été faites avec des animaux rendus tuberculeux par l'ingestion, en un seul repas, de 0g,02 de bacilles bovins fraîchement desséchés.

30 et 45 jours après ce repas infectant, chacun de nos animaux ingérait, en même temps qu'un nombre égal de témoins, 1mg à 10mg de tuberculine. Tous les tuberculeux ont présenté, même avec la dose de 1mg, une réaction thermique de 1°,8 à 2°,2, alors que, chez les témoins, l'élévation de température observée n'a pas dépassé 1°,5, chiffre qui représente la limite normale des oscillations de température chez le cobaye sain.

Tous les témoins sont restés bien portants, la dose de tuberculine ingérée par eux étant insuffisante pour produire des accidents.

Ces expériences nous permettent de conclure :

1° Que la tuberculine absorbée par le tube digestif est toxique pour les animaux *non tuberculeux* et que cette toxicité est surtout manifeste pour les animaux *jeunes;*

2° Qu'il ne s'établit aucune accoutumance à l'ingestion de doses progressivement croissantes de tuberculine;

3° Que les cobayes rendus tuberculeux par un seul repas infectant réagissent constamment à la tuberculine lorsqu'on leur fait ingérer cette substance à la dose de 1mg, inoffensive pour les cobayes sains;

4° Enfin que, chez les animaux tuberculeux ou suspects de tuberculose,

la réaction diagnostique peut s'obtenir aussi bien par l'*ingestion* que par l'*inoculation sous-cutanée* de la tuberculine.

PALÉONTOLOGIE. — *L'évolution des Mammifères tertiaires; importance des migrations.* Note de M. CHARLES DEPÉRET.

Après avoir analysé (*Comptes rendus*, 6 novembre 1905) l'*évolution sur place* et les *migrations* des Mammifères éocènes, j'étudierai aujourd'hui les mêmes faits dans les temps *oligocènes*.

B. FAUNES OLIGOCÈNES. — I. Oligocène inférieur (*Sannoisien* ou *Tongrien inférieur*). Deux faunes successives :

a. Faune des *marnes blanches* de Pantin, Romainville. La faune des *lignites de Célas,* Avéjan, Verneil (Gard), des calcaires de Brunstatt et de Rixheim (Alsace) ne doit pas en être très éloignée. Il en est sans doute de même de plusieurs gîtes du Sud-Ouest : Fronsac et la Grave (Gironde), Sainte-Sabine, Duras, Issigeac, Saint-Cernin (Dordogne). Une partie des phosphorites du Quercy [1] et du sidérolithique de Fronstetten (Souabe) appartiennent au même niveau.

1° *Evolution sur place :* suite des Paléothéridés (*Palæotherium, Plagiolophus*), des Anaplothéridés (derniers *Anoplotherium*), des Xiphodontidés (derniers *Xiphodon*), des Rongeurs Théridomydés (*Theridomys*).

2° *Aucune migration* nouvelle connue.

Cette faune apparaît comme un simple résidu appauvri de la faune ludienne et devrait être plutôt réunie à l'Eocène supérieur.

b. Faune du *calcaire de Brie,* de Hempstead (île de Wight), de Ronzon (Velay), de Lobsann (Alsace), de Calaf et de Tarrega (Catalogne). Une partie des phosphorites du Quercy et des gîtes sidérolithiques de Veringendorf, Veringenstadt, de l'Eselsberg, du Hochberg et d'Oerlingerthal près Ulm sont du même horizon. Peut-être le gisement de Monte-Promina (Dalmatie) appartient-il à ce niveau ou au précédent.

1° *Evolution sur place :* suite des Paléothéridés (*Palæotherium, Plagiolophus*), des Anthracotéridés (suite des *Brachyodus,* apparition des *Ancodus* et *Anthracotherium*), fin des Anoplothéridés (derniers *Diplobane*), suite des Cénothéridés (*Amphimeryx,* ? *Cænotherium*), des Canidés (*Cynodon, Cynodictis, Amphicynodon*), des Erinacéidés (*Tetracus*), des Théridomydés (*Theridomys*), des ? Cricétidés (*Cricetodon*), des Hyænodontidés (*Hyænodon*), des Marsupiaux Didelphydés (*Peratherium, Amphiperatherium*).

---

[1] La merveilleuse faune des phosphorites n'est pas un ensemble homogène, mais un mélange d'horizons divers allant du Bartonien au Stampien inclus. Je laisserai donc en général de côté, parmi les genres des phosphorites, ceux qui n'ont pas encore été retrouvés dans les gisements stratifiés, permettant de préciser leur âge.

2° Importantes *migrations nord-américaines :* apparition brusque des Rhinocéridés (*Ronzotherium*) et des Achænodontidés (*Entelodon*).

3° Migrations d'*origine inconnue* des Tragulidés (*Gelocus*), des Mustélidés (*Proplesictis*) et peut-être des Amphicyonidés (gîte de Tarrega).

II. Oligocène moyen (*Stampien* ou *Tongrien supérieur*), gisements très nombreux : dans le bassin de Paris, la Ferté-Aleps; en Allemagne, Ufhofen, Flonheim, Miesbach, lignites de Schluchtern, de Gusternheim et du Westerwald; dans le bassin de l'Allier, *Bournoncle-Saint-Pierre, Bons,* Perrier, Montaigut-le-Blanc, Champeix, Autrac, Saint-Germain-Lembron, Antoingt, Vodable, Solignat, Lamontgie, Nonette, *Orsonnette,* Malhat, Les Pradeaux, Les Chauffours, Bansat, Boudes, Chibrac, La Sauvetat, Jussat, Gergovia, Romagnat, Pérignat, Lemdes, Cournon, Marcoin, Chaptuzat, Gannat, Saint-Menoux; dans le bassin de la Loire, Vaumas, Saint-Pourçain-sur-Bèbre, *Briennon,* Digoin; dans le Sud-Est, Céreste, Manosque, argiles de Saint-Henri près Marseille, *les Milles,* Auzon près Alais; dans le Sud-Ouest, Cestayrol, Saint-Sulpice, *Rabastens, butte Saint-Martin, Montans, Salvagnac, l'Isle d'Albi, Pont-Sainte-Marie,* Tournon, Capellier, Les Péries, *Villebramar,* la Milloque, Comberatière, Moissac, Beauville, Itier, Bourg de Visa, Montségur, etc.; en Suisse, Blauen, La Conversion près Lausanne; en Italie, Cadibona en Ligurie, Monteviale et Zovencedo dans le Vicentin; en Autriche, Trifail en Styrie et gîtes de Dalmatie; lignites d'Inca (île Majorque); la plus grosse part des phosphorites.

Il paraît dès à présent possible de distinguer dans ce puissant étage au moins deux horizons : l'inférieur (dont les principaux gisements sont en italique dans la liste précédente) caractérisé par la persistance des derniers *Palæotherium,* de l'*Entelodon* ou du *Gelocus;* le supérieur par l'abondance des grands *Anthracotherium* et *Acerotherium,* et l'apparition brusque des Tapiridés.

Pour l'ensemble de l'étage, les faits d'évolution et de migration sont les suivants :

1° *Évolution sur place :* suite des Paléothéridés (*fin*), des Rhinocéridés (*Acerotherium, Diceratherium*), des Chalicothéridés (*Schizotherium*), des Anthracothéridés (*Brachyodus, Anthracotherium,* plusieurs rameaux), des Achænodontidés (derniers *Entelodon*), des Suidés (*Propalæochærus, Palæochærus*), des Cénothéridés (*Cænotherium, Plesiomeryx*), des Tragulidés (derniers *Gelocus, Prodremotherium, Lophiomeryx*), des Théridomydés (*Theridomys, Issiodoromys, Archæomys*), des Cricétidés (*Cricetodon*), des Talpidés (*Geotrypus*), des Érinacéidés (*Erinaceus*), des Chiroptères (*Palæonycteris*), des Créodontes (*Dasyurodon,* derniers *Hyænodon*), des Canidés (*Amphicyon*), des Mustélidés (*Plesictis, Palæogale*), des Viverridés (*Amphictis*), des Marsupiaux (*Peratherium*).

2° Migrations d'*origine nord-américaine* des Tapiridés (*Protapirus, Paratapirus*), des Amynodontidés (*Cadurcotherium*) [1] et des Rongeurs Lagomorphes (*Titanomys*).

---

[1] M. Boule (*Comptes rendus,* 18 mai 1896) a voulu démontrer une parenté entre le *Cadurcotherium* et certains Ongulés de Patagonie, tels que l'*Astrapotherium;* ce rapprochement eût été intéressant, s'il avait été exact, parce qu'il aurait impliqué une

3° Migration *probablement africaine* (et peut-être un peu antérieure au Stampien) des Édentés à vertèbres normales (*Leptomanis* et *Archæorycteropus* des phosphorites) (¹).

4° Migrations d'*origine inconnue* des Cervulidés (*Dremotherium, Amphitragulus*), des Castoridés (*Steneofiber*), des Myogalidés (*Echinogale, Myogale*), des Tupaiadés (*Plesiosorex*), des Soricidés (*Amphisorex, Sorex*), des Lutridés (*Potamotherium*), des Félidés (*Eusmilus*).

III. Oligocène supérieur (*Aquitanien*) :

Gisements principaux : Dans le bassin de Paris, Celles-sur-Cher; dans le Bourbonnais, Saint-Gérand-le-Puy, Chaveroche; en Allemagne, Weissenau et Mombach près Mayence, Haslach, Eckingen près Ulm; en Suisse, la mollasse grise de Lausanne, Othmarsingen, Hohe Rhonen; en Savoie, Pyrimont-Challonges; en Provence, Varages (Var); Boujac dans le bassin d'Alais; en Catalogne, Rubi près Barcelone; en Bohême, Tuchoritz; en Carinthie, Keutchach; en Hongrie, Waitzen.

1° *Évolution sur place :* Suite des Tapiridés (*Paratapirus*), des Rhinocéridés (*Aceratherium, Diceratherium*), des Chalicothéridés (*Macrotherium*), des Anthracothéridés (*Brachyodus*, derniers *Anthracotherium*), des Suidés (*Palæochœrus*, ? *Doliochœrus*), des Cénothéridés (*Cænotherium, Plesiomeryx*), des Cervulidés (derniers *Dremotherium* et *Amphitragulus*), des Théridomydés (*Theridomys*), des Myoxidés (*Myoxus*), des Eomydés (*Rhodanomys*), des Sciuridés (*Sciurus*), des Castoridés (*Steneofiber*), des Rongeurs Lagomorphes (*Titanomys*), des Talpidés (*Talpa*), des Soricidés (*Sorex*), des Érinacéidés (*Palæoerinaceus, Erinaceus*), des Canidés, (*Amphicynodon, Cephalogale*), des Amphicyonidés (*Amphicyon*), des Mustélidés (*Stenogale, Plesictis, Palæogale*), des Lutridés (*Potamotherium*), des Viverridés (*Amphictis, Herpestes*), des Félidés (*Proailurus*), des Marsupiaux (derniers *Didelphydés* européens).

2° Migrations peu nombreuses et d'*origine inconnue* des Dimylidés (*Dimylus, Cordylodon*).

La faune aquitanienne est surtout un résidu appauvri de la faune stampienne.

D'importantes migrations vont recommencer avec l'époque miocène et feront l'objet d'une prochaine Note.

---

migration patagonienne à l'époque oligocène. Mais ces prétendues affinités reposent, à mon avis, sur des analogies un peu superficielles du système dentaire.

(¹) Je ne crois pas à l'existence d'Édentés sud-américains dans l'Oligocène des phosphorites. Le *Necrodasypus* de Filhol me paraît être une plaque dermique de Reptile voisin du *Placosaurus* Gervais.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur la septième campagne scientifique de la* Princesse-Alice. Note de S. A. S. le Prince **Albert de Monaco.**

Pendant l'année 1905 j'ai conduit *ma campagne d'océanographie jusque dans la mer des Sargasses,* au milieu de l'Atlantique, en lui donnant trois objets principaux : la faune bathypélagique, la faune des Sargasses, la météorologie de la haute atmosphère. Mes collaborateurs dans ces travaux étaient MM. le Dr Richard, directeur du Musée océanographique de Monaco; Bouvier, membre de l'Institut; Hergesell, professeur à l'Université de Strasbourg; Pettit, assistant au Muséum de Paris; Charles Sauerwein, enseigne de vaisseau de la Marine française; Sirven, assistant au Muséum de Monaco; Tinayre, artiste peintre. Le départ eut lieu de Marseille le 20 juillet et le retour s'est effectué le 24 septembre, après 64 jours de campagne. Avant cette période, quelques travaux du même genre avaient eu lieu au large de la Principauté.

Océanographie pure. — Il a été fait 118 sondages jusqu'à la profondeur de 5580m et avec les divers instruments capables de renseigner sur la nature du fond; 28 prises d'échantillons d'eau avec la bouteille Richard et le tube Buchanan.

Zoologie. — Les opérations zoologiques sont réparties entre 6 chaluts à étiers, 6 chaluts à plateaux divergents, 1 chalut bathypélagique, 41 pêches verticales, 3 nasses à galets, 5 palancres, 2 lignes de fond, 1 harpon, 3 foënes, 24 haveneaux, 3 boîtes à microbes, 138 pêches pélagiques, 2 captures d'oiseaux terrestres.

Le chalut à étriers, depuis 185m jusqu'à 3465m, m'a donné, entre autres objets dignes de remarque, par 1968m et près de Madère : de nombreux Alcyonaires et Antipathaires, plusieurs Crinoïdes intéressants et deux spécimens du très rare *Gephirocrinus Grimaldii* précédemment découvert par la *Princesse-Alice*. De nombreux Crustacés Macroures et autres : le *Polychetes eryoniformis* Bouv., espèce nouvelle rappelant par sa carapace dilatée celle des *Eryon* jurassiques; parmi les Poissons un *Cyclothone bathyphyla* sans doute pris à la montée; des Ophiures et des Holothuries.

Par 3465m : plusieurs Crevettes dont un *Hepomadas tener* Smith extrêmement rare, connu seulement aux États-Unis et aux Indes, *Willemasia forceps* M.-Edw., un *Acantephyra* pris également à la montée.

Le chalut à plateaux, depuis 141m jusqu'à 3465m, m'a donné notamment, par 3465m, et sans avoir touché le fond, la récolte suivante qui offre beaucoup d'intérêt : un *Cirrotheutis* nouveau, noir uniforme, à grosses papilles

brachiales noires; un petit Céphalopode grêle, sans doute nouveau comme genre et comme espèce, muni d'yeux télescopiques avec un organe lumineux (?) trilobé très singulier; un beau Crustacé sergestide; un Poisson du genre *Malacosteus*, et de nombreux petits *Cyclothone*.

Le chalut bathypélagique, appareil nouveau, de très grandes dimensions, destiné à des recherches spéciales entre la surface et le fond, a été essayé une fois pour observer son fonctionnement et préparer son emploi futur.

Le filet vertical de grande ouverture (3^m et 5^m de côté), depuis la surface jusqu'à 5400^m, a été, pendant cette campagne, l'engin le plus productif. Ses résultats sont tellement nombreux que je mentionnerai seulement leurs grandes lignes; ils présentent, en outre, un intérêt considérable. Les 41 descentes exécutées m'ont ramené beaucoup d'animaux déjà obtenus l'an dernier par le même moyen; certaines formes reviennent dans presque toutes les opérations, notamment de grandes *Sagitta* incolores ou oranges, des Copépodes rouges souvent de grande taille, de petits Poissons (*Cyclothone microdon*), des Schizopodes et des Ostracodes. Les Méduses d'eau profonde sont nombreuses et très variées. M. Maas a reconnu *Aegimera Grimaldii*, *Rhopalonema cœruleum*, *Periphylla hyacinthina*, *Atolla Bairdi*, *Pantachogon*, *Oegina*; une Ulmaride nouvelle, couleur lie de vin, voisine des *Aurelia* et constituant le premier représentant de cette famille dans les eaux profondes; *Halicreas*. Il y a également beaucoup de Siphonophores petits (Diphies, etc.) et de petites Actinies pélagiques assez rares.

Parmi les Ostracodes, il faut signaler à part de gros *Gigantocypris* sphériques et plusieurs spécimens d'un gros Ostracode tout noir ou à peu près, dont la forme imite celle d'un pépin mûr de poire. C'est sans doute une espèce nouvelle.

Les Annélides sont surtout représentées par des formes incolores transparentes (*Vanadis*, *Asterope*, *Alciope*) à gros yeux rouges; les *Lopadorhynchus*, etc., et surtout les *Tomopteris* élégantes à longues antennes filiformes. Les Némertes ont fourni une importante contribution, avec un nombre relativement grand d'espèces nouvelles de ce groupe jusque-là si mal représenté dans la faune bathypélagique : en particulier plusieurs spécimens d'une grande Némerte orangée, une *Pelagonemertes* et d'autres formes que M. Joubin étudie.

Les Amphipodes sont très nombreux : *Phronima* de plusieurs espèces, dont une nouvelle, un *Acanthoscina*, un *Thaumatops* et beaucoup d'autres formes remises à M. Chevreux. Parmi les Schizopodes on trouve abondamment *Eucopia*, *Euphausia*, *Thysanopoda*, *Nematoscelis*, etc. Les Décapodes fournissent plusieurs découvertes intéressantes. Dans la mer des Sargasses

mon filet a ramené un de ces curieux Crustacés du genre *Eryoneicus;* l'espèce est nouvelle, M. Bouvier l'a nommée *E. Alberti*. D'autre part l'*E. Faxoni* est revenue dans un filet descendu à 2375^m près des Baléares. Les Pénéides comprennent un très grand nombre de *Gennadus elegans* pris dans la zone bathypélagique. Au nombre des Macroures l'*Acantephyra pulchra,* d'un rouge admirable, ne se trouve qu'au delà de 1000^m. Les autres Macroures, nombreux et certainement fort intéressants, n'ont pu encore être étudiés. Un filet descendu à 1500^m, dans la mer des Sargasses, a ramené un *Glaucothoé Permi* présentant la couleur rouge des Crustacés bathypélagiques. Sur ce cas et quelques autres concernant des *Glaucothoés* recueillis pendant la campagne de 1905, M. Bouvier s'appuie pour établir définitivement que ce sont des larves de Pagures, pélagiques et s'efforçant d'atteindre le fond pour y chercher un abri dans des coquilles, mais qui, entraînées par des courants ou pour d'autres raisons, peuvent continuer leur existence pélagique en subissant des mues et en croissant sans se transformer en Paguriens. Les Ptéropodes et les Hétéropodes sont représentés par des genres assez nombreux.

Les Céphalopodes abondent également, mais le plus souvent ils appartiennent à la famille difficile des *Cranchiadæ,* et ne mesurent que quelques millimètres; pour cela leur étude marche lentement, mais elle promet d'être fructueuse. Plusieurs espèces, notamment, portent des yeux pédonculés.

Les Poissons obtenus sont les suivants : *Cyclothone microdon* abondamment répandu; plusieurs Scopélidés. *Chauliodus Sloani* de diverses stations et à divers états de développement. Un *Eurypharynx* dans un filet descendu à 4000^m. *Cyema atrum,* noir et *Argyropelecus* à yeux télescopiques. Un Leptocéphale remarquable par sa longueur de 230^{mm} avec une queue effilée. Dans la Méditerranée, deux *Paralepis coregonoides.*

Les nasses triédriques à galets ont fourni deux résultats excellents. Par 3465^m, un Céphalopode du genre *Mastigotheutis,* sans doute nouveau, reconnu comme le propriétaire de tentacules filiformes, énigmatiques jusque-là, constamment recueillis depuis 20 ans sur les câbles de mes opérations où ils se fixent par un nœud. Un Poisson voisin des Sirembo et peut-être nouveau.

Par 1229^m, deux Poissons : *Synaphobranchus pinnatus* et *Symenchelys parasiticus;* 1 crevette : *Heterocarpus Grimaldii.*

Les hameçons descendus jusqu'à 1998^m ont pris divers Poissons : *Spinax, Centroscymnus cœlolepis, Synaphobranchus, Centrophorus calceus, Spinax niger.* A la surface, *Pelamys sarda* et *Thynnus pelamys.*

Les harpons et foënes ont donné un Dauphin, des *Coryphœna hippurus*, un *Thynnus pelamys*.

Le haveneau a capturé, sous les rayons du projecteur électrique, notamment des *Glaucothoé rostrata*, signalés plus haut et l'un des Calmars souvent attirés par cette lumière. Plusieurs *Leachia cyclura* déjà pris les années précédentes, morts ou mourants, sur l'eau et beaucoup d'autres objets flottants.

La faune qui habite la mer des Sargasses a été étudiée à la surface, entre celle-ci et le fond, et sur le fond lui-même jusqu'à 3465^{m}. Une faune peu variée mais nombreuse vit au milieu de ces végétaux. On a obtenu des Actinies, des Ascidies, des Nudibranches, des Crabes, des Isopodes, des poissons et aussi quelques animaux pélagiques se tenant au dehors des herbes. Le mimétisme est particulièrement sensible dans la faune des Sargasses.

Sur ces mêmes lieux on a recueilli une Holothurie pélagique morte, constituant une espèce nouvelle; on a capturé aussi plusieurs spécimens d'un curieux hémiptère (*Halobates Vüllerstorffi*) qui vit en sautant sur l'eau à des centaines de milles au large. Une série de 138 pêches pélagiques pour l'étude du Plankton a été faite sur tout le parcours de la campagne, avec le filet fin étroit du D^{r} Richard. Parmi les résultats obtenus on peut signaler le cas d'un Crustacé, le *Penilia Schwarkeri* Richard signalé pour la première fois dans la Méditerranée après avoir été rencontré à Hong-Kong, dans le golfe de Guinée et au Mexique.

Microbiologie. — Les résultats des trois expériences faites concordent avec ceux des années précédentes; presque toujours on a eu des cultures plus ou moins abondantes, plus ou moins tardives.

Il est intéressant d'ajouter que, dans la mer des Sargasses, à 1400^{km} du continent le plus proche, mon navire a reçu la visite de 5 hirondelles (*Hirundo rustica erythrogaster* Bodd, variété américaine). Je signalerai d'autre part l'absence à peu près totale d'animaux à la surface de la mer dans toute la région balayée par les vents alizés entre le tropique, le continent africain et les Açores. Je n'y ai presque jamais vu un Cétacé ni un oiseau marin; les poissons volants et le Plankton, seul, animent ce désert.

Météorologie. — Il a été fait 26 ascensions de ballons météorologiques et 13 de cerfs-volants, qui atteignirent l'altitude de 16000^{m}, les unes dans la Méditerranée, les autres dans la région des vents alizés. Le 28 août, non loin de la mer des Sargasses, un arc-en-ciel lunaire complet, double sur une certaine longueur, s'est montré au couchant. Une peinture en a été faite aussitôt. Diverses fois, durant cette croisière, le phénomène signalé sous le nom de *rayon vert* a été constaté par plusieurs des savants embarqués.

S. A. S. le Prince **de Monaco** fait hommage à l'Académie du fascicule 59 du *Bulletin du Musée océanographique de Monaco*.

Ce fascicule a pour titre : *Notes préliminaires sur les gisements de mollusques comestibles des côtes de France. Les côtes de la Loire à la Vilaine,* avec 1 Carte et 2 Planches, par L. Joubin.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Ernest Solvay** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire *Sur l'organisation et la possibilité de la self-organisation de la réaction chimique.*

(Renvoi à la Section de Chimie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Président** du troisième Congrès de l'Association des Médecins de langue française de l'Amérique du Nord invite l'Académie à se faire représenter à ce Congrès, qui tiendra ses séances aux Trois-Rivières les 26, 27 et 28 juin prochain.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Précis de médecine légale,* par A. Lacassagne. (Présenté par M. Bouchard.)

2° Deux Volumes de la *Vie des animaux illustrée,* publiée sous la direction de M. Edmond Perrier : *Les Mammifères,* par A. Menegaux. (Présenté par M. Yves Delage.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* 1906 *b, faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux.* Note de M. **E. Esclangon.**

Observations de la comète.

Dates. 1906.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα.	ΔΦ.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s	′ ″	
Mars 6......	*a*	10. 4. 0,8	−0.53,25	−15.23,5	24:12
7......	*b*	9.12.28,3	−3. 2,08	−13. 8,0	40:10

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

Etoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	
a.........	A.G., Albany, nº 4327	11.35.34,95	+1,03	88.31.37,1	+8,1
b.........	A.G., Albany, nº 4336	11.37.19,21	+1,13	88.28. 1,2	+8,0

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1906.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 6.....	11. 8.56,4	11.34.41,73	$-\bar{1},220$	88.16.21,7	−0,782
7.....	10.13.36,5	11.34.18,26	$-\bar{1},387$	88.15. 1,2	−0,785

La comète a l'aspect d'une étoile de grandeur 10,5, entourée d'une nébulosité très faible qui, dans la lunette, lui donne l'apparence d'une mauvaise image d'étoile.

PHYSIQUE. — *Sur les forces électromotrices de contact entre métaux et liquides et sur un perfectionnement de l'ionographe.* Note de M. **Charles Nordmann**, présentée par M. Lœwy.

I. Au cours des expériences faites au sujet de l'enregistreur d'ions à écoulement liquide dont j'ai indiqué le principe il y a quelques mois (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 430), j'ai été amené à constater le phénomène suivant : lorsqu'on relie à un électromètre suffisamment sensible un récipient métallique isolé, et d'où s'écoule goutte à goutte, par un ajutage de verre, un liquide conducteur (une solution de SO^4Mg, par exemple), on observe que l'aiguille dévie progressivement d'une très petite quantité, de manière à atteindre asymptotiquement, et dans la pratique au bout de quelques minutes, une position d'équilibre correspondant à une faible fraction de volt, et dont elle ne s'écarte plus tant que dure l'écoulement liquide. Cette déviation limite est variable avec la nature du liquide et du métal du récipient.

Je me propose de montrer ici que ce phénomène est attribuable à la force électromotrice de contact existant entre le métal du récipient et le liquide contenu, et qu'il suggère une méthode générale fort simple pour l'étude et la mesure des différences de potentiel au contact entre liquides et métaux.

J'indiquerai ensuite (et c'est l'objet principal de cette Note) comment ce phénomène m'a conduit à perfectionner l'ionographe à écoulement liquide et à lui donner la forme nouvelle sous laquelle il a fonctionné au cours des expériences faites à Philippeville à l'occasion de la dernière éclipse de Soleil (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 945).

II. Soit un récipient fait d'un métal M, relié à l'électromètre et d'où, par un ajutage de verre, s'écoule goutte à goutte un liquide L (nous supposons pour plus de simplicité que l'écoulement est régulier et de n gouttes de rayon r par seconde, ce qu'on réalise facilement en donnant au récipient la forme d'un vase de Mariotte). Soit ε la différence de potentiel au contact M|L. Si M est primitivement au sol, puis isolé, la première goutte qui tombe a un potentiel $-\varepsilon$; elle emporte avec elle une charge $-\varepsilon r$ et laisse, par suite, sur le récipient une charge égale et de signe contraire $+\varepsilon r$; d'ailleurs, à un moment quelconque, si le potentiel du système isolé est E (sa capacité étant C), on peut écrire

$$C\,dE = -(E-\varepsilon)\,nr\,dt,$$

ce qui, en intégrant, donne $E = \varepsilon\left(1 - e^{-\frac{nrt}{c}}\right)$; et, au bout d'un temps très court, $E = \varepsilon$. Autrement dit, l'aiguille de l'électromètre doit tendre rapidement et asymptotiquement vers une élongation d'équilibre (ce qui est précisément le phénomène indiqué ci-dessus) qui mesure en grandeur et en signe la force électromotrice de contact M|L (et cela indépendamment de la capacité du système et de la vitesse de l'écoulement).

Je poursuis actuellement, à l'aide d'un dispositif simple basé sur ce principe, une série de mesures relatives aux différences de potentiel au contact entre divers métaux et liquides. On sait que, faute de méthode appropriée, on ne possède jusqu'ici que très peu de données sur ces phénomènes.

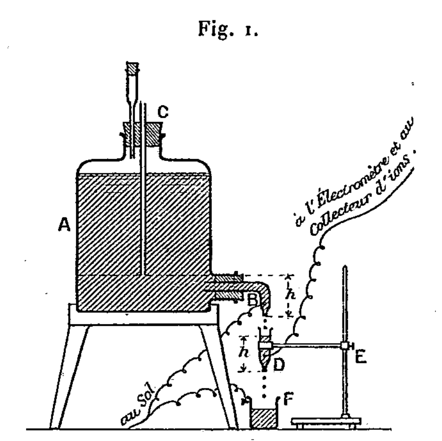
III. Il est évident qu'il faut prendre comme zéro de l'enregistreur d'ions à écoulement liquide (*loc. cit.*) l'élongation limite de l'électromètre lorsque l'appareil ne recueille aucun ion (élongation qui n'est négligeable que pour de faibles sensibilités de l'électromètre); mais l'expérience a montré que cette élongation limite peut varier d'un jour et même d'une heure à l'autre, ce qui paraît dû à l'influence de l'état des surfaces et de la température sur la différence de potentiel au contact. Il était donc désirable de rendre les indications de l'appareil complètement indépendantes de cette dernière. On y est parvenu de la façon suivante :

Un grand vase de Mariotte en verre A est terminé par un ajutage B d'où s'écoulent par seconde n gouttes liquides de rayon r; dans l'intérieur du vase plonge un fil de platine qui met en permanence le liquide en communication avec le sol; les gouttelettes tombent de B dans un petit tube D terminé par un ajutage rodé, de manière que le rayon des gouttes qui de D tombent dans un vase F relié au sol, soit aussi égal à r. Automatiquement, le niveau du liquide dans le tube D s'établit de telle sorte que le nombre n des gouttelettes qui en tombent dans l'unité de temps soit égal à celui des gouttelettes de B.

D est porté par un support spécial bien isolant E et relié à l'électromètre et au collecteur d'ions. Ces diverses parties sont protégées électrostatiquement.

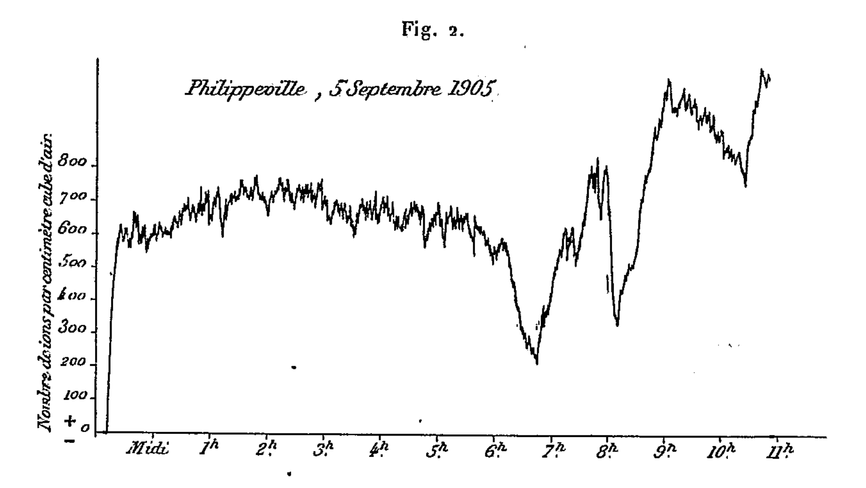
Dans ces conditions, si ε est la force électromotrice de contact platine-liquide, à la température de l'expérience, et si E est à ce moment le potentiel dû à l'apport des ions,

Fig. 1.



du système isolé *collecteur d'ions-ajutage* D, on voit que ce potentiel est indépendant de ε : en effet, le tube D, en même temps qu'il reçoit chaque seconde une charge $-nr\varepsilon$ de l'ajutage supérieur, perd par son propre écoulement une charge exactement égale. Je suis arrivé de cette manière, et en prenant quelques précautions destinées à éviter les perturbations dues à l'éclaboussure des gouttelettes, à avoir un zéro extrêmement stable. Ainsi, les indications successives de l'électromètre sont bien proportionnelles aux quantités variables Q d'électricité apportées par les ions et elles sont données, comme je l'ai montré (*loc. cit.*), par la relation

Fig. 2.



$$Q = nrE.$$

C'est sous cette forme que l'ionographe a enregistré photographiquement, pendant près de deux mois, à Philippeville, les phénomènes décrits dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 945).

La figure 2 reproduit, à titre d'exemple, un spécimen des courbes obtenues. On y voit nettement l'allure régulière que présente, pendant la journée, à Philippeville, la variation diurne de l'ionisation positive de l'air, et aussi les irrégularités de grande amplitude qui se produisent à partir du soir et dès que souffle le vent de terre.

PHYSIQUE. — *De la vibration sympathique d'une corde* grave *à l'appel d'une corde* aiguë, *et des conséquences possibles qui en découlent*. Note de M. **Edmond Bailly**, présentée par M. d'Arsonval.

Jusqu'à ce jour, les savants n'ont pas admis qu'un son quelconque était capable de faire vibrer *sympathiquement* un autre son plus grave que lui, quelle que soit leur concomitance. (Voir d'Alembert, Helmholtz, Tyndall, Kœnig, etc.) Or, c'est de la réalisation pratique d'une telle expérience que je viens entretenir l'Académie. Les sages réserves d'Helmholtz m'ayant rendu sceptique à l'égard de la valeur scientifique des résultats obtenus sur l'*harmonium,* je lui ai préféré le *piano* dans la fabrication duquel les facteurs éliminent, le plus possible, les *harmoniques,* bourdonnements, etc. De plus, cet instrument paraissant tout à fait impropre à la production des *sons résultants,* on sera moins porté à assimiler ma résonance grave à des sons de cette nature.

M'étant exercé, d'abord, à faire octavier, quintoyer à l'aigu, l'ut_3 du piano, puis les notes voisines, je devins bientôt passablement habile dans cet exercice préparatoire, tellement que je n'eus plus besoin de libérer de son étouffoir la corde aiguë qui devait vibrer sympathiquement à l'appel du son fondamental de la série à laquelle elle appartenait. Ce résultat acquis, je tentai d'obtenir, d'un son plus grave que la note émise, ce que m'avaient accordé, assez rapidement, les sons plus aigus. Cela me prit beaucoup de temps, car je devais, pour réussir, arriver à un martèlement dont le rythme concordât synchroniquement avec le nombre de vibrations de la corde visée. Enfin, j'eus la satisfaction d'entendre, bien faiblement, le son grave et, pour être certain que mon désir de réaliser une expérience des plus délicates ne me faisait point objectiver un son chimérique, je fis passer devant mon piano des témoins *compétents,* en tel nombre qu'il ne m'était plus loisible de douter. Bien que j'opère, le plus souvent sur l'ut_3, d'autres notes, bien entendu, se prêtent à l'expérience, pourvu qu'on ne s'écarte point sensiblement, surtout vers l'aigu, de cette région moyenne de l'instrument. Je dois, dès à présent, constater que j'obtiens le *douzième* (fa_1) bien plus facilement que l'*octave inférieur* (ut_2).

Longtemps, et tout en levant l'étouffoir de la note appelée à vibrer sympathique-

ment, je n'obtins qu'un son grave de faible intensité, quoique parfaitement perceptible, même pour une oreille peu musicienne. Mais avec de la persévérance, et en frappant successivement plusieurs des *harmoniques* supérieurs du fa_1, je parvins à renforcer ce *fa* de telle façon qu'il vibra et se prolongea avec force, même après que le martèlement avait cessé. Il va de soi qu'il faut maintenir levé, pendant toute l'opération, l'étouffoir de la note grave, en appuyant sur cette note sans la faire sonner.

J'insiste pour qu'on ne confonde pas le son grave ainsi renforcé avec un *son résultant,* lequel demande l'émission simultanée et prolongée de deux sons. Dans mes expériences, il m'apparaît que c'est en qualité de troisième harmonique du fa_1 que l'ut_3 excite celui-ci dans les mêmes conditions qu'il pourrait exciter l'ut_2 dont il est le second harmonique, le la_{-1} dont il est le cinquième harmonique, etc., mais de telle sorte que les sons graves seraient des *fondamentaux* et non les *harmoniques graves* préconisés par certaine théorie allemande moderne. Considérant que plusieurs des termes de la série harmonique supérieure se trouvent occupés par des sons dont le manque absolu de justesse ne permet pas de leur accorder une place parmi les notes constitutives de nos gammes, tels par exemple les harmoniques 7, 11, 13, etc., qui sont ou trop bas ou trop hauts, on sera conduit à présumer que leur présence dans cette série harmonique est motivée par quelque autre raison que celle de charmer, simplement, notre oreille. Cette raison semble m'être offerte par mon expérience même où je vois que, le plus souvent, le son émis, tout en développant, au-dessus de lui, une série qu'on ne peut rattacher qu'aux accords de la *dominante,* cherche sa *tonique,* laquelle, précisément, lui manque parmi ses *harmoniques*.

En effet, faisant résonner l'ut_3, je suppose, le *fa* n'apparaît dans la série des harmoniques qu'au terme 21, encore est-il d'une justesse contestable; notons que le *la,* non plus, n'apparaît pas avant le terme 27. Si ma conjecture se justifie, nous serions en présence d'une dynamique du son dans laquelle ce n'est pas seulement le *son fondamental* qui excite toute une gerbe de sons supérieurs, mais également ceux-ci qui rendent à leur générateur commun, qui échangent entre eux la plus grande partie des forces qu'ils ont reçues de ce générateur. Car mon expérience, répétée un nombre considérable de fois, m'a démontré que c'est bien par l'action insistante du son aigu que le son grave arrive, graduellement, à vibrer : peut-être trouvera-t-on aussi que les résultats de cette expérience pourraient donner lieu à une nouvelle théorie de la durée vibratoire, laquelle ne me semble pas suffisamment expliquée par la seule amplitude des vibrations, malgré que je reconnaisse à ladite amplitude le pouvoir de favoriser grandement la production des *harmoniques*.

Avant de clore ces lignes, je dois rappeler à ceux qui tenteront de ré-

péter mon expérience qu'elle demande une délicatesse de toucher extrême, laquelle est plus fréquente chez les compositeurs de musique que parmi les virtuoses; qu'il est indispensable de faire coïncider synchroniquement le rythme de l'appel avec le nombre des vibrations de la note appelée; enfin, qu'il m'a fallu beaucoup de patience et de temps pour arriver à produire, d'une manière permanente et incontestable pour l'auditeur, le phénomène qui nous occupe. J'ajoute qu'un piano neuf doit être, dans cette expérience, moins recherché qu'un piano ayant servi déjà et que l'état hygrométrique de l'air n'est pas absolument indifférent.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide sulfurique à chaud sur les sels de platine et d'iridium en présence de sulfate d'ammonium.* Note de M. **Marcel Delépine.**

En poursuivant mes recherches relatives à la dissolution du platine par l'acide sulfurique bouillant (¹) et les étendant à la dissolution du platine iridié à 10 pour 100, j'ai fait de nouvelles constatations importantes, moins à proprement parler sur l'attaque de ces métaux, que sur la nature des solutions obtenues. Je demande à l'Académie la permission d'exposer ces résultats.

I. Si l'on poursuit la dissolution du platine pendant très longtemps (40 à 50 heures), on obtient des solutions sulfuriques extrêmement foncées, rouge brun à froid, presque noires à chaud; on peut dissoudre *deux grammes* de platine dans 100^{cm^3} d'acide. A son point d'ébullition, l'acide sulfurique concentré possède donc un pouvoir dissolvant bien autrement grand que lorsqu'il est à 95 pour 100 et porté à 250°-260° seulement; suivant M. Conroy, on ne dissout alors après 28 heures que $0^g,04$ de métal environ et cette quantité semble la limite d'une attaque toujours décroissante (²).

Les solutions concentrées de platine, longtemps bouillies, se réduisent incomplètement par ébullition après addition de sulfate d'ammonium; le platine, à mon avis, s'y trouve sous forme d'un acide platosulfurique moins réductible qu'un sel normal; il suffit d'ailleurs d'ajouter du chlorure d'ammonium qui forme un chlorosel réductible pour voir les solutions se décolorer complètement par ébullition; il reste environ

(¹) M. Delépine, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 866, 1013.
(²) J.-T. Conroy, *Journ. Soc. chem. Ind.*, t. XXII, 1903, p. 465.

$0^g,01$ de métal pour 100^{cm^3} d'acide; le platine doit s'y trouver sous forme de quelque acide analogue aux composés de sesquioxyde de M. Blondel [1], c'est-à-dire qu'il y aurait, par rapport à l'équation $Pt + 4SO^4H^2 = (SO^4)^2Pt + 2SO^2 + 4H^2O$, exagération de la dissolution d'un excès de platine que j'ai d'ailleurs signalée pour des attaques de courte durée.

Étendues d'eau (un quart), puis chauffées, ces solutions se troublent tout d'un coup vers 280°-290° et laissent déposer du métal si l'on continue à chauffer.

Les solutions sulfoplatiniques très concentrées laissent au bout de 1 mois déposer des aiguilles déliées rouge orangé, réunies autour d'un point central; abandonnées à l'air, elles donnent après une douzaine d'heures un dépôt de cristaux lamellaires parallélogrammiques, rouge orangé, qui sont un hydrate des aiguilles, car celles-ci se transforment en ceux-là à l'air. J'espère bien pouvoir isoler ces corps.

II. L'attaque du platine iridié à 10 pour 100 est un peu moins rapide que celle du platine non iridié, tout au moins pendant les 8 ou 10 premières heures, mais ensuite la différence s'atténue.

L'iridium est dissous avec le platine, comme dans l'attaque par l'eau régale. La vitesse de dissolution est plus grande si l'on ajoute du sulfate de potassium; faible d'abord, elle s'accélère quand la lame a servi à plusieurs attaques et peut atteindre $0^g,10$ par heure et décimètre carré à 365°.

III. Pour rechercher l'iridium dans la solution, je mets précisément à profit la décomposition du sulfate de platine par addition de sulfate d'ammonium. Après 4 ou 5 heures d'ébullition, plus, s'il est nécessaire (et addition de chlorure d'ammonium, s'il y a lieu), le platine est précipité sous forme de mousse contenant très peu d'iridium, tandis que l'acide se colore en un beau vert, fort net avec $0^g,0005$ d'iridium par centimètre cube; si la coloration est faible ou même apparemment nulle on peut toutefois tenter de manifester la présence de l'iridium en ajoutant à l'acide refroidi assez d'acide azotique pour qu'après ébullition il y ait encore des vapeurs nitreuses apparentes. La couleur verte fait place à une magnifique teinte violette peut-être dix fois plus intense. Il est facile de constater ainsi la présence d'iridium dans des chlorures de platine dits purs du commerce, après les avoir fait longtemps bouillir avec de l'acide sulfurique contenant du sulfate d'ammonium; il est alors bon vers la fin de la réaction de transvaser l'acide dans un nouveau ballon pour éviter la redissolution continuelle du platine abondamment précipité. Inversement un chloroiridate chauffé avec l'acide sulfurique laissera précipiter tout son platine à peine mélangé d'iridium.

La couleur violette observée disparaît si l'on ajoute un volume d'eau à l'acide coloré, pour reparaître par addition d'acide sulfurique concentré ou d'un déshydratant comme l'anhydride phosphorique. Elle est donc différente des couleurs violettes d'iridium connues, lesquelles subsistent en présence de l'eau.

IV. Enfin j'arrive au point le plus important. Des solutions sulfuriques vertes, on peut extraire les sels ammoniacaux de deux acides iridosulfuriques, l'un vert, l'autre brun. L'existence de ces acides m'a engagé à m'as-

(1) M. Blondel, *Annales de Chimie et de Physique,* 8e série, t. VI, 1905, p. 127.

surer que le sulfate vert décrit par M. Lecoq de Boisbaudran [1] était, d'après mes vues, également un sel d'acide complexe (et non un sel double); j'ai vérifié qu'il en était bien ainsi, de sorte que je suis à l'heure actuelle en possession de trois sortes de sels irido-sulfuriques fortement colorés et dont voici les grands traits distinctifs :

1° Des sels vert bleu précipitables en *bleu* par les sels de baryum et de strontium, décomposables lentement à froid par l'ammoniaque avec coloration violette; c'est le cas du sel de M. Lecoq de Boisbaudran;

2° Des sels verts que ne précipite pas le chlorure de baryum neutre, mais qu'il précipite en *brun verdâtre* en milieu alcalinisé; le précipité se redissout dans les acides en régénérant la couleur verte; ces sels verts donnent avec l'ammoniaque une solution brun olivâtre qui se modifie avec le temps en devenant plus verte et ne précipite plus par le chlorure de baryum, bien qu'alcaline;

3° Des sels brun olivâtre non précipitables par le chlorure de baryum neutre, précipitant en brun en présence d'ammoniaque; la teinte de la solution se fonce un peu par addition d'alcalis.

Dans ces corps, l'acide sulfurique est donc masqué; leur étude déjà avancée me permettra, je l'espère, d'ajouter bientôt un nouveau chapitre à l'histoire encore très brève des sulfates dits *complexes*.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du peroxyde d'azote sur l'ammoniac et quelques sels ammoniacaux.* Note de MM. **Besson** et **Rosset**, présentée par M. Troost.

Ayant eu à envisager la possibilité d'employer le peroxyde d'azote comme dissolvant de sels ammoniacaux, nous avons fait les constatations suivantes :

Si l'on amène du gaz ammoniac liquéfié et refroidi à —80° (neige carbonique et éther) au contact de peroxyde d'azote solide et refroidi à la même température, il se produit une violente explosion et d'abondantes fumées blanches prennent naissance. La réaction est plus modérée si l'on fait arriver un courant de gaz ammoniac sec et refroidi (—20°) au voisinage de peroxyde également refroidi contenu dans une cornue tubulée en relation avec des appareils condenseurs refroidis; le vide est fait au préalable dans tout l'appareil qui est disposé pour recueillir les gaz produits. La réac-

[1] Lecoq de Boisbaudran, *Comptes rendus*, t. XCVI, 1883, p. 1336, 1406, 1551.

tion est accompagnée d'un grand dégagement de chaleur, formation temporaire de liquide verdâtre (acide azoteux) et production de fumées blanches. Les gaz dégagés sont formés essentiellement d'azote mélangé d'oxyde azotique AzO dont la proportion augmente vers la fin de l'opération, quand la température s'élève. Lorsque la réaction est terminée, il reste dans la cornue un sel blanc humecté d'eau qui est de l'azotate d'ammoniaque; la présence d'une petite quantité d'azotite d'ammoniaque a pu être relevée dans le produit aqueux qui a passé à la distillation au cours de l'opération.

La réaction principale du gaz ammoniac sur le peroxyde d'azote dans les conditions précédemment spécifiées peut donc se formuler par les équations suivantes :

$$3AzO^2 + 4AzH^3 = 7Az + 6H^2O$$
$$3AzO^2 + 2AzH^3 + H^2O = AzO + 2(AzO^3.AzH^4).$$

Le peroxyde d'azote réagit lentement à froid sur AzH^4Cl qui se liquéfie à son contact; pour parfaire la réaction, il est bon de chauffer quelque temps à 100° en tubes scellés résistants.

La pression gazeuse considérable que l'on observe à l'ouverture des tubes est due à du chlore et à un mélange d'azote et d'oxyde azoteux Az^2O. Quant au liquide brunâtre restant dans les tubes, il se sépare par des distillations fractionnées en composés oxychlorés d'azote, anhydride azoteux, excès de peroxyde d'azote, acide azotique et résidu solide formé d'une petite quantité d'azotate d'ammoniaque. La séparation de l'anhydride azoteux (liquide bleu indigo à froid) est facilitée par la destruction du chlorure de nitrosyle par le mercure à froid avec dégagement de AzO.

Les équations suivantes permettent de rendre compte de la formation des différents produits précédemment signalés :

$$4AzO^2 + 3AzH^4Cl = 2Az^2O + 3Az + 3Cl + 6H^2O,$$
$$5AzO^2 + 4AzH^4Cl = 2AzOCl + 7Az + 2Cl + 8H^2O,$$
$$4AzO^2 + H^2O = Az^2O^3 + 2AzO^3H.$$

Le peroxyde d'azote agit sur les azotate et sulfate d'ammonium dans les mêmes conditions que sur le chlorure, mais le gaz dégagé est exclusivement de l'azote; la masse liquéfiée forme deux couches superposées dont la supérieure est formée de peroxyde en excès; après son élimination par distillation, il reste de l'acide azotique dans le premier cas, un mélange d'acides azotique et sulfurique dans le second.

$$AzO^3AzH^4 + 2AzO^2 = 2Az + 2AzO^3H + H^2O,$$
$$SO^4(AzH^4)^2 + 4AzO^2 = 4Az + 2AzO^3H + SO^4H^2 + 2H^2O;$$

équations qui permettent de traduire très simplement les réactions.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du chlorure de silicium sur le cobalt.* Note de M. ÉM. VIGOUROUX, présentée par M. H. Moissan.

Dans une précédente Communication ([1]), nous avons publié que des essais effectués en faisant agir le chlorure de silicium sur des métaux autres que le fer nous avaient amené à rechercher les conditions de formation du corps Fe^2Si, les résultats obtenus avec le fer et avec la plupart des métaux de cette famille étant jusqu'ici comparables, au point de vue de la production de leurs siliciures. Un de nos premiers métaux étudiés était, en effet, le cobalt qui, avec le chlorure indiqué, avait fourni le composé Co^2Si. Ces deux siliciures, qui se rapprochent par leur mode de formation, leurs formules et de nombreuses propriétés, se différencient nettement lorsqu'on envisage leur caractère magnétique, le siliciure de cobalt n'étant pas sensible à l'action de l'aimant, tandis que celui de fer est facilement attirable, ainsi que l'a constaté M. H. Moissan ([2]) sur le composé préparé avec du fer et du silicium libre, de même que nous l'avons remarqué plus tard sur le corps de composition identique formé par nous à l'aide de ce métal et du chlorure de silicium.

Le mode opératoire est celui que nous avons indiqué dans l'exposé de notre travail antérieur. Un courant d'hydrogène, parcourant l'ensemble de l'appareil chauffé, balaie l'humidité qui peut s'y trouver; puis le chlorure de silicium (contenu dans la cornue dont le fond est recouvert d'aluminium en limaille capable de le débarrasser de la petite quantité d'acide chlorhydrique susceptible de le souiller), dirigé par distillation dans le tube en porcelaine fortement chauffé, passe sur le métal qu'il attaque et vient se condenser finalement à l'intérieur de récipients refroidis. Après quelques heures de marche, le tube étant progressivement porté à la température maxima que peut donner notre four, température insuffisante pour le ramollir, mais suffisante, croyons-nous, pour lui permettre d'atteindre 1200° à 1300°, l'appareil est démonté et le lingot examiné. Nous provoquons ainsi une série d'actions énergiques et nous mettons fin à nos expériences lorsque la diminution de poids de notre lingot n'est plus appréciable.

Première action. — Nous partons de 40g à 45g de cobalt en poudre très pur, très fortement magnétique et nous le chauffons sur une nacelle en porcelaine dans le courant de chlorure de silicium : le métal est transformé jusque vers le milieu de son réci-

---

([1]) ÉM. VIGOUROUX, *Action du chlorure de silicium sur le fer* (*Comptes rendus*, t. CXLI, 20 novembre 1905, p. 828).

([2]) H. MOISSAN, *Action du silicium sur le fer, le chrome et l'argent* (*Comptes rendus*, t. CXXI, 1895, p. 621).

pient, du côté de l'arrivée des vapeurs; sa perte de poids est peu sensible, sa fusion nulle.

Deuxième action. — Le métal à moitié transformé, grossièrement pulvérisé, est soumis à une nouvelle attaque, dans les mêmes conditions : sa siliciuration est accomplie d'une façon plus régulière, il est devenu pâteux et ne pèse plus que 35g environ.

Troisième action. — Ce lingot est encore fragmenté et remis en présence du chlorure de silicium, toujours dans la même nacelle : une nouvelle quantité de chlorure bleu de cobalt apparaît; le culot est fondu, à surface striée, son poids n'est guère supérieur à 30g.

Quatrième action. — Ce culot concassé subit une nouvelle attaque : nous le trouvons encore fondu, après refroidissement, très homogène, très cassant, très cristallin; il pèse exactement 30g.

Cinquième action. — Le chlorure de silicium passe sur le produit précédent, également concassé, sans former de chlorure de cobalt en quantité appréciable et, après refroidissement, nous constatons que l'alliage n'a pas subi de fusion, mais les grains sont plus brillants; leur poids total est resté sensiblement le même.

Sixième action. — La fusion n'a pas eu lieu, même en chauffant longtemps à la température maxima du four, l'alliage étant maintenu dans un courant d'hydrogène après le passage du chlorure de silicium. Le résidu métallique a conservé son aspect cristallin et s'est maintenu au poids constant de 30g.

Pour *analyser* ce cobaltosilicium, nous le soumettons à l'action de l'acide azotique chaud et, cette dernière nous paraissant lente, nous l'activons par l'addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique. Lorsque l'attaque est complète, nous insolubilisons, reprenons par l'acide chlorhydrique, filtrons et pesons la silice avant et après sa destruction par l'acide fluorhydrique. Le résidu qu'il abandonne est ajouté à la liqueur de cobalt que nous dosons par électrolyse à l'état de sulfate ammoniacal.

Résultats.

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour Co^2Si.
Cobalt pour 100.......	79,95	80,05	80,81
Silicium »	19,70	19,81	19,19
	99,65	99,86	100,00

Ses *propriétés* sont celles que nous avons reconnues au siliciure de même composition préparé par les méthodes antérieurement indiquées; sa densité a été trouvée de 7,28 à la température de zéro; son action sur le barreau aimanté n'est pas sensible et, parmi les liquides acides, il n'y a guère que l'acide fluorhydrique et les eaux régales chlorhydrique ou fluorhydrique qui l'attaquent complètement.

Conclusions. — 1° A température élevée, le chlorure de silicium est réduit par le cobalt avec formation de chlorure métallique qui se volatilise et d'un cobaltosilicium qui reste; 2° Vers 1200°-1300° l'action cesse, c'est-

à-dire que la saturation est atteinte, lorsque l'alliage renferme de 19 à 20 pour 100 de silicium combiné; 3° Cette limite de siliciuration correspond à la formule du composé Co^2Si.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dilactide de l'acide lactique gauche.* Note de MM. **E. Jungfleisch** et **M. Godchot**.

Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 111) nous avons fait connaître le dilactide formé par l'acide lactique droit. La présente Note a pour objet le composé correspondant fourni par l'acide lactique gauche. A plusieurs reprises nous avons indiqué déjà que, sous l'influence de certains agents, les acides lactiques actifs se racémisent fort inégalement. La production des dilactides nous a donné l'occasion de constater très nettement des différences de ce genre dans les transformations effectuées par l'action de la chaleur seule.

Pour obtenir le dilactide-*l*, on a suivi la méthode appliquée à la production du dilactide-*d*.

La déshydratation par la chaleur de l'acide lactique-*l* n'est opérée que sur de faibles quantités de matière, 10g au maximum. On dessèche d'abord l'acide lactique-*l* en le chauffant vers 70° dans le vide avec rentrée d'air sec. La dessiccation étant complète, on élève la température vers 150°-155°, et l'on recueille dans un récipient sec le liquide qui distille; celui-ci ne tarde pas à cristalliser. Une différence avec ce qui a été constaté sur l'acide lactique-*d* s'observe tout d'abord : quelques précautions que l'on ait prises pour éviter de surchauffer le produit et conduire rapidement la distillation, les cristaux présentent deux formes; les uns sont tricliniques, volumineux, ayant l'aspect de tables rhomboïdales, caractéristiques du dilactide-$(d+l)$; les autres sont des prismes allongés, rappelant les cristaux donnés en pareille circonstance par le dilactide-*d*; les seconds sont constitués par le dilactide-*l*. Comme, dans les mêmes conditions de traitement, l'acide lactique-*d* fournit le dilactide-*d* sans trace de dilactide-$(d+l)$, il apparaît tout d'abord que la chaleur racémise l'acide lactique-*l* ou le dilactide-*l* beaucoup plus facilement que l'acide lactique-*d* ou le dilactide-*d*.

Les solubilités du dilactide-$(d+l)$ dans les dissolvants usuels étant beaucoup moindres que celles du dilactide-*l*, on sépare aisément les deux corps par des cristallisations fractionnées. L'éther pur et sec convient particulièrement pour cette séparation; le dilactide-$(d+l)$ se dépose presque complètement pendant le refroidissement de la solution concentrée, alors que le dilactide-*l* reste dans la liqueur; cette dernière, évaporée à froid dans une atmosphère sèche, donne le dilactide-*l*.

Purifié par des cristallisations dans l'éther, le dilactide-*l* forme des cristaux semblables, comme apparence, à ceux du dilactide-*d*. M. Wyrouboff,

et nous devons l'en remercier, a bien voulu les déterminer comparativement avec ceux du dilactide-*d*. Nous dirons seulement ici que les deux corps sont en cristaux orthorhombiques et hémièdres, en tous points semblables dans les deux cas, avec cette différence toutefois que les facettes hémiédriques y sont orientées en sens inverse. Les points de fusion, 95°, sont identiques ainsi que les points d'ébullition, 150° environ sous la pression $0^m,025$. Les deux corps sont fortement hygroscopiques.

Ces similitudes de propriétés sont observées d'ordinaire entre les variétés optiquement actives d'un même corps. Il est cependant utile de les spécifier ici pour les dilactides dérivés des acides lactiques actifs, ces derniers présentant des contrastes marqués au point de vue de la racémisation.

Les faits que l'action du dilactide-*l* sur la lumière polarisée permet d'observer sont, au sens des déviations près, identiques à ceux que nous avons constatés sur le dilactide-*d*. Le dilactide-*l* est dextrogyre, alors que l'acide lactique-*l*, son générateur, est lévogyre; en outre, le pouvoir rotatoire du dilactide-*l* est extrêmement considérable si on le compare à celui de l'acide libre. En solution benzénique et à 16°, le dilactide-*l* donne $\alpha_D = +281°,6$ avec une solution contenant $0^g,8158$ dans 100^{cm^3}; la déviation diminue quand augmente la dilution de la liqueur : $\alpha_D = +268°$ avec une solution contenant moitié moins de dilactide-*l*, soit $0^g,4079$ pour 100^{cm^3}; $\alpha_D = +231°$ avec une solution en contenant quatre fois moins, soit $0^g,2039$ pour 100^{cm^3}. La courbe représentant cette décroissance du pouvoir rotatoire, dans des solutions de plus en plus diluées, est semblable à celle donnée de même par le dilactide-*d*. Le dilactide formé avec chacun des acides actifs présente dans les deux cas un pouvoir rotatoire à peu près centuple de celui de l'acide.

L'action de l'eau froide sur le dilactide-*l* s'exerce de la même manière que le dilactide-*d*, avec production des mêmes phénomènes résultant de la formation, par hydrolyse progressive, d'acide lactyllactique-*l*, fortement dextrogyre, puis d'acide lactique-*l* faiblement lévogyre. Si l'on observe au polarimètre une solution de dilactide-*l* dans l'eau, récemment obtenue à froid, on constate tout d'abord une déviation moins forte que celle observée sur la solution benzénique, mais considérable cependant. Cette déviation est due à l'activité prédominante de l'acide lactyllactique-*l* qui est alors abondant dans la liqueur; elle diminue progressivement à froid par hydrolyse de l'acide lactyllactique-*l* lui-même. Par exemple, $0^g,1422$ de dilactide-*l* formant avec l'eau 30^{cm^3} de solution, on a trouvé d'abord, à 12°, $\alpha_D = +204°$, puis après 2 heures $\alpha_D = +140°$, après 6 heures $\alpha_D = +114°$, après 12 heures

$\alpha_D = +91°$, après 18 heures $\alpha_D = +42°$, après 42 heures $\alpha_D = +35°$, après 66 heures $\alpha_D = +28°$ et après 80 heures $\alpha_D = +14°$; l'équilibre étant établi entre l'acide lactyllactique-*l*, l'acide lactique-*l* et l'eau, l'activité dextrogyre de la liqueur se maintient dès lors constante à la température indiquée. Les mêmes phénomènes se produisent, mais beaucoup plus rapidement, quand on chauffe à 100°. En résumé, une fois le lactide transformé en acide lactyllactique, l'action de l'eau est analogue à celle que nous avons indiquée à propos de l'hydrolyse des solutions aqueuses chargées d'un acide lactique actif et de l'acide lactyllactique correspondant.

Si l'on neutralise, immédiatement après la dissolution, la liqueur fournie par le lactide-*l* au contact de l'eau froide, en la traitant par un excès de carbonate de zinc, on la trouve ensuite chargée de quantités importantes de lactyllactate-*l* de zinc, sel à pouvoir rotatoire dextrogyre considérable, décomposable peu à peu, par hydrolyse, en acide lactique-*l* et lactate-*l* de zinc, les choses se passant ici comme pour les dérivés de l'acide lactique-*d* (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 112 et 113).

Le dilactide-*l* et le dilactide-*d* se combinent pour former le dilactide-($d + l$). Celui-ci étant beaucoup moins soluble dans l'éther que ses composants actifs, la combinaison se réalise aisément en dissolvant séparément et à froid des quantités égales de dilactide-*l* et de dilactide-*d* dans 70 fois leur poids d'éther pur et sec et mélangeant les deux solutions obtenues; au bout de peu d'instants, des cristaux de dilactide-($d + l$) se déposent. Leur aspect ne permet pas de les confondre avec ceux des dilactides actifs; d'ailleurs ils fondent à 120°, point de fusion du dilactide-($d + l$) correspondant à l'acide lactique de fermentation, alors que les deux dilactides actifs fondent 25° plus bas. L'eau mère évaporée fournit de nouveau des cristaux de dilactide-($d + l$) et cela jusqu'à épuisement de la liqueur.

CHIMIE. — *Méthode de détermination des matières étrangères contenues dans les cacaos et les chocolats.* Note de MM. **F. Bordas** et **Touplain**, présentée par M. D'Arsonval.

Dans l'étude que nous avions faite de l'utilisation des centrifugeurs à grande vitesse pour l'analyse rapide des matières alimentaires telles que lait, chocolats, cacaos, etc. nous avions constaté que même avec de semblables vitesses les éléments en suspension dans les liquides se déposaient dans les tubes des centrifugeurs par ordre de densité.

La chose était surtout évidente pour les matières insolubles composant les chocolats et cacaos. On pouvait en effet distinguer dans la partie insoluble du dépôt des séries bien délimitées, de couleurs différentes.

Nous avons donc songé à utiliser cette remarque de façon à pouvoir séparer méthodiquement non seulement les différents éléments qui composent les chocolats mais encore les déchets qui s'y trouvent : germes, cosses, etc. et les matières étrangères qui y sont souvent mélangées frauduleusement.

Jusqu'à présent cet examen était très difficile lorsqu'il s'agissait de séparer des germes et des cosses, il était presque impossible alors de déceler avec certitude la présence de petites quantités de matières organiques étrangères, telles que les tourteaux de graines oléagineuses.

L'examen microscopique direct était long et souvent infructueux et il ne fallait guère songer à une évaluation même très approximative de la quantité de matières étrangères incorporées au chocolat ou au cacao.

Les produits qu'il convient de séparer éventuellement du chocolat sont d'abord les matières siliceuses et ocreuses, les amidons, les tourteaux d'arachides et autres, les germes et les coques du cacao et enfin l'amande même du cacao.

Voici comment on peut facilement pratiquer cette séparation :

Le procédé consiste à préparer une série de liquides de densités variables de 1340 à 1600, dans lesquels se précipitent ou surnagent les poudres qui y sont mélangées.

En s'adressant au tétrachlorure de carbone et en diminuant la densité au degré voulu à l'aide de la benzine on obtient une série de liquides de densités connues qui permettent de résoudre le problème.

Il est nécessaire bien entendu de débarrasser, par exemple, le chocolat ou le cacao de sa matière grasse ainsi que des matières solubles dans l'eau; il faut opérer avec l'insoluble convenablement pulvérisé et séché; on facilite la précipitation en utilisant le centrifugeur.

On conçoit sans qu'il soit nécessaire d'insister que par de simples décantations on puisse séparer les parties surnageantes de celles qui sont précipitées au fond du tube ou centrifugeur.

On recueille le produit sur un filtre, on pèse après avoir au préalable procédé à un examen microscopique.

Voici quelques chiffres obtenus :

Pour des densités de :	Insolubles des :	Caractères.
1340	Tourteaux d'arachides	Précipite
1435	»	Surnage
1400	Germes de cacao	Précipite
1440	»	Surnage

Pour des densités de :	Insolubles des :	Caractères.
1440	Cacao pur	Précipite
1500	»	Surnage
1500	Coques	Précipite
1530	»	Surnage
1510	Fécule de pommes de terre	Précipite
1525	»	Surnage
1600	Matières ocreuses ou minérales	Précipite

On voit donc que, en partant d'un liquide d'une densité de 1440, on peut séparer les tourteaux d'arachides et les germes, du cacao, des coques, des fécules et matières minérales, de même qu'avec un liquide d'une densité de 1500 on peut séparer le cacao des coques, de la fécule et des matières minérales et ainsi de suite.

Cette technique très simple peut s'appliquer à la séparation d'autres produits alimentaires réduits en poudre, tels que cafés, poivres, épices, etc.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sérum antioxydasique polyvalent.* Note de M. C. **Gessard**, présentée par M. Roux.

J'ai obtenu antérieurement [1] des sérums empêchants distincts pour chacune des diastases oxydantes en mettant sous la peau de lapins distincts de la laccase de l'arbre à laque d'une part, de la tyrosinase de champignons du genre Russule, d'autre part. La coexistence de la laccase et de la tyrosinase dans la plupart de ces champignons doit faire que le sérum qu'ils ont servi à préparer empêche également l'action de l'une et l'autre diastase. C'est ce que j'ai entrepris de vérifier. J'ai employé pour cela *Russula delica* Fr. Le suc de ce champignon possède aussi la propriété de bleuir, même dans le vide, l'émulsion de gayac peroxydée, propriété qu'on attribue à une diastase particulière, la peroxydase.

A la suite d'injections sous-cutanées de macération glycérinée de *Russula delica,* le sérum des lapins est devenu empêchant, à la dose de deux gouttes pour une goutte de la liqueur diastasique, dont l'action est sans cela manifeste en quelques minutes dans les réactifs appropriés mis sous le volume de 2^{cm^3}. C'est-à-dire qu'il prévient, au rebours du sérum de lapin

(1) *Annales de l'Institut Pasteur,* t. XV, 1901, p. 609, et *Comptes rendus de la Société de Biologie,* 1902, p. 551 et 1398; 1903, p. 227.

normal comparativement essayé, le rosissement de la solution de tyrosine (antityrosinase); le bleuissement de l'émulsion de gayac récente (antilaccase); le bleuissement de l'émulsion de gayac peroxydée (antiperoxydase). D'autre part, dans une deuxième série d'expériences, le même sérum ajouté aux mêmes proportions après que les réactions colorées ont pris naissance, arrête, au degré correspondant au moment de son intervention, la coloration progressive corrélative de l'action diastasique, et montre ainsi, à l'égard du procès de coloration des trois diastases, une efficacité curative, si je puis dire, en rapport avec l'efficacité préventive d'abord constatée. Mais cette double action est spécifique et concerne seulement les diastases originaires de l'espèce végétale qui a servi à préparer le sérum; et, par exemple, ni la tyrosinase de la seiche, ni la laccase de l'arbre à laque, ni la peroxydase du malt ne sont influencées par ce sérum.

De fait, ces expériences ne sont que l'illustration, à la faveur de phénomènes de coloration, de ce que réalise la pratique de la préparation des sérums polyvalents contre certaines maladies microbiennes. Quand, pour obtenir ces sérums, nous introduisons dans un organisme animal un ensemble de virus diversement spécifiés, nous ne faisons que provoquer, comme ici, l'élaboration et la juxtaposition dans le même sérum d'anticorps en nombre correspondant et de spécificité adéquate. Il peut y avoir quelque intérêt à rendre cette notion tangible au moyen de diastases faciles à identifier et nettement différenciées par leurs réactions chromogènes.

BOTANIQUE. — *Contribution à l'anatomie systématique de quelques genres de Fougères.* Note de M. **Ferdinand Pelourde**, présentée par M. Guignard.

Les auteurs qui ont utilisé les données de l'anatomie pour classer les Fougères se sont basés uniquement sur le pétiole. J'ai cru utile de reprendre la question en examinant également les autres organes végétatifs, et je me propose d'indiquer dans cette Note les principaux résultats auxquels m'a conduit l'étude comparative de la racine et du pétiole.

Les espèces que j'ai considérées appartiennent aux genres *Asplenium* L., *Scolopendrium* Sm., *Ceterach* Willd., *Athyrium* Roth., *Aspidium* R. Brown., *Nephrodium* Rich., *Polypodium* L., *Phegopteris* Fée, *Pteridium* Gleditsch, *Pteris* L., *Adiantum* L.

Les trois premiers, qui faisaient autrefois partie du même genre *Asplenium,* se distinguent principalement par l'indusium, qui est libre intérieurement dans les vrais *Asplenium,* alors qu'il est soudé des deux côtés, et s'ouvre par une fente, en son milieu, chez les *Scolopendrium,* et qu'il manque chez les *Ceterach.*

J'ai constaté que, anatomiquement, ils constituent un ensemble homogène et ne présentent entre eux que des différences de détail.

Chez *A. Adiantum nigrum* L., *A. Trichomanes* L., *A. Ruta muraria* L., *Sc. officinarum* Sw. (*Asplenium Scolopendrium* L.), *Ceterach officinarum* Willd. (*Aspl., Ceterach* L.), etc., en effet, la racine présente toujours ces éléments scléreux si caractéristiques, à lumière faible, rejetée du côté externe, lequel n'est pas épaissi, et le faisceau possède, dans sa partie supérieure, le faisceau à bois en X bien connu.

On peut toutefois distinguer l'*A. A. nigrum* par le fait que les deux branches inférieures de cet X y sont bien développées, contrairement à ce qui a lieu dans les deux autres *Asplenium,* et l'*A. R. muraria* par l'absence de sclérenchyme autour de son pétiole.

Quant à *Sc. officinarum* et *Cet. officinarum,* ils se séparent des vrais *Asplenium* par les amas scléreux qui accompagnent, comme on sait, leurs faisceaux pétiolaires et ils se distinguent entre eux en ce que ce sclérenchyme est à lumière centrale chez *Sc. officinarum,* alors qu'il est à lumière excentrique, tout comme dans la racine correspondante, chez *Cet. officinarum.*

De plus, ce dernier n'a qu'un faisceau pétiolaire initial, qui se divise bientôt en deux, lesquels s'unissent à nouveau plus haut.

L'espèce *Athyrium Filix femina* Roth (= *Asplenium F. femina* Bernh.), qui a été séparée des vrais *Asplenium* par la forme arquée de son indusium, s'en distingue encore plus anatomiquement par l'écorce de sa racine, qui a les parois de ses cellules toutes épaissies, mais non sclérifiées et par son bois pétiolaire bien connu en forme d'*hippocampe* très allongé.

Le genre *Nephrodium,* caractérisé par son indusium réniforme, fixé suivant un rayon qui aboutit au fond du sinus, est hétérogène. Mes observations me conduisent à le subdiviser en deux séries; dans la première se rangent *N. Filix-Mas* Rich., *N. cristatum* Mich., *N. patens* Desv., *N. spinulosum* Strempel, *N. confluens* F. Muell, etc., et dans la seconde on a *N. molle* Desv., *N. Thelypteris,* etc.

Dans la première, la racine possède une gaine scléreuse et les faisceaux pétiolaires sont entourés par une couche de cellules, sclérifiées uniquement dans leur paroi interne, suivant une assez grande épaisseur. On sait, en outre, que les deux principaux de ces faisceaux ont leur bois en forme de *cornue* à col court et étroit, tourné du côté interne.

Chez *N. confluens,* la partie renflée de la *cornue* a une forme spéciale, en haltère, étranglée en son milieu, et le col en est réduit à une ligne de vaisseaux très petits, à parois très minces.

Dans la deuxième série, la racine et les faisceaux du pétiole sont sans gaine scléreuse. En outre, le bois en *hippocampe* de ces derniers présente une tête très massive et non recourbée, chez *N. molle.*

Dans le genre *Aspidium,* qui diffère du genre *Nephrodium* par son indusium orbiculaire, fixé uniquement par le centre, l'espèce *A. angulare* Metten. possède une

structure analogue à celle des *Nephrodium* précédents de la première série, auprès desquels, par conséquent, il convient de la placer.

J'ai constaté que le genre *Polypodium*, caractérisé par l'absence d'indusium, est très homogène. Dans les espèces suivantes : *P. vulgare* L., *P. aureum* L., *P. phyllitidis* L., etc., en effet, la racine a toujours le même aspect, avec son sclérenchyme à lumières en lèvres étroites et allongées tangentiellement, et ses éléments corticaux, ordonnés, comme on sait, assez régulièrement, dans le sens tangentiel et dans le sens radial.

En outre, les faisceaux pétiolaires sont entourés par un sclérenchyme analogue à celui qui lui correspond dans la première série des *Nephrodium* considérés.

Toutefois, le bois en triangle des deux principaux de ces faisceaux a sa pointe beaucoup plus recourbée vers la surface du pétiole chez *P. aureum* et *P. phyllitidis* que chez *P. vulgare*. D'ailleurs ces deux espèces présentent avec *P. vulgare* une différedce morphologique assez profonde, savoir que leurs nervures sont anastosomées en mailles, au lieu d'être libres, comme chez *P. vulgare*.

Le *Phegopteris calcarea* Fée (= *Polypodium calcareum* Smith) se distingue des Polypodes précédents par ses sores placés sur le trajet des nervures, et non à leur extrémité; mais il s'en éloigne encore davantage anatomiquement, par sa racine sans gaine scléreuse et ses deux faisceaux pétiolaires, non entourés de sclérenchyme et à bois en *hippocampe*.

L'ancien genre *Pteris* a été subdivisé en *Pteris* proprement dit, avec sores rangés en bordure, interrompue de chaque côté avant d'avoir atteint le sommet du limbe, et en *Pteridium*, avec sores rangés en bordure continue, qui contourne le sommet du limbe. L'anatomie justifie cette distinction.

En effet, le pétiole de *Pteris aquilina* Kuhn, à structure bien connue, avec ses nombreux faisceaux souvent séparés par des bandes scléreuses, est tout à fait spécial, et ne saurait être confondu avec ceux de *Pteris cretica* L. et de *Pteris longifolia* L., où le bois des deux seuls faisceaux, en *hippocampe*, a son extrémité inférieure renflée et non recourbée, chez *P. cretica*, tandis que cela se passe pour l'extrémité supérieure chez *P. longifolia*.

Toutefois, il faut remarquer que, dans ces trois espèces, la racine est analogue, avec sa gaine scléreuse et son liber réduit à un arc très mince.

Le genre *Adiantum*, caractérisé par ses nervures rayonnantes et par ses sores situés sur le bord externe du limbe qui les recouvre en se recourbant sur eux, paraît homogène. Les espèces *A. tenerum* Swartz, *A. cuneatum* Langs et Fisch, etc., présentent en effet une racine caractéristique, à cylindre central hexagonal, comme on sait, et limité principalement par six larges cellules sclérifiées, après lesquelles vient un anneau scléreux ordinaire. Le bois des deux faisceaux pétiolaires, en cordon à peu près droit chez *A. cuneatum*, est un peu plus contourné chez *A. tenerum*.

En résumé, l'examen anatomique des espèces précédentes tend à établir les conclusions suivantes :

Les genres *Asplenium*, *Polypodium* et *Adiantum* sont bien homogènes.

Le premier présente des affinités profondes avec les genres *Scolopendrium*

et *Ceterach*, et se distingue nettement du genre *Athyrium*, de même que le genre *Polypodium* se distingue du genre *Phegopteris*.

Le genre *Nephrodium* est hétérogène et il importerait d'y faire une coupure et de ranger, à côté des espèces de la première série, l'espèce *Aspidium angulare*.

Enfin, le genre *Pteridium* se distingue bien des vrais *Pteris*.

CRYPTOGAMIE. — *La fécondation nucléaire chez les Mucorinées*. Note de M. **Dangeard**, présentée par M. Guignard.

C'est en 1820 qu'Ehrenberg fit connaître ses observations sur la conjugaison d'une Mucorinée, le *Syzygites*, qui est devenu le *Sporodinia grandis*. Les phénomènes morphologiques relatifs à la sexualité se trouvaient ainsi connus dans cette famille des Mucorinées bien avant qu'on les soupçonnât chez la plupart des autres végétaux.

Pendant que nos connaissances sur les phénomènes de fécondation se complétaient peu à peu, s'étendant à tous les groupes d'animaux et de végétaux, il est assez remarquable de constater que chez les Mucorinées la question n'avait guère progressé depuis Ehrenberg. On a décrit, il est vrai, de nombreux genres et de nombreuses espèces, mais on ignore encore s'il existe une véritable fécondation dans les zygospores; c'est cette lacune que nous allons essayer de combler.

Pour bien saisir la signification des phénomènes de fécondation chez les Mucorinées, il est nécessaire de considérer les organes copulateurs non comme des gamètes, erreur encore très fréquente, mais comme des gamétanges.

Tandis que, chez la plupart des êtres, la réunion des gamètes a lieu en dehors des gamétanges ou des gamétophores, chez un certain nombre de champignons inférieurs les gamétanges se sont mis directement en contact, ce qui offre deux avantages principaux : la plante évite une perte de substance résultant de la destruction des gamètes qui s'égarent et n'arrivent pas à s'unir; en outre, cette disposition permet aux organes copulateurs et même à l'œuf de recevoir du thalle un apport nutritif.

Dans cette union directe des gamétanges, les noyaux doivent toujours être considérés comme noyaux de gamètes, mais les gamètes ne se différencient plus morphologiquement; ils restent à l'état d'énergides sexuels représentés par leur noyau.

Il n'en est pas moins vrai que si, lors de l'union des gamétanges, ces noyaux d'énergides sexuels se fusionnent, il y aura union de gamètes et fécondation nucléaire, conformément aux lois générales de la sexualité. C'est ce qui a lieu chez les Mucorinées.

Nous avons pu observer les faits en détail dans le *Mucor fragilis* et le *Sporodinia grandis*. La première espèce se prête mieux à ce genre de recherches, parce que les noyaux y sont moins nombreux dans chaque gamétange et qu'il est plus facile de suivre leur destinée ultérieure.

Les conjugaisons nucléaires se produisent assez tardivement dans les zygospores où le protoplasma passe de la structure dense à la structure vacuolaire, puis à la structure réticulaire et enfin à la structure alvéolaire. C'est à la fin de la phase réticulaire que se produisent les fusions de noyaux; elles n'ont pas lieu toutes en même temps; elles se font, progressivement, au fur et à mesure des hasards de la rencontre, lorsque le mélange des protoplasmes amène au voisinage des énergides provenant de gamétanges différents.

La fécondation nucléaire se présente avec ses caractères ordinaires; les noyaux arrivent au contact; la membrane nucléaire disparaît en ce point; les nucléoplasmes se mélangent; les deux nucléoles restent quelque temps distincts sous la même membrane, puis se fusionnent.

Les zygospores mûres renferment un grand nombre de noyaux doubles de copulation; ce sont eux qui fournissent à germination les noyaux du nouveau thalle.

ZOOLOGIE. — *Sur l'*Hylochœrus Meinertzhageni *O. Ths.* Note de MM. **Maurice de Rothschild** et **Henri Neuville**, présentée par M. Edmond Perrier.

L'*Hylochœrus* est, après l'*Okapi*, le seul grand mammifère vivant que les nombreuses explorations de l'Afrique aient depuis longtemps fait connaître. Tous deux sont originaires de l'Afrique équatoriale (le premier provenant de l'Est, le second du Centre), et la présentation récemment faite par M. Gaudry (¹) d'une défense paraissant appartenir à un grand mammifère africain inconnu, semble prouver que cette région peut encore ménager d'autres surprises du même ordre.

De même que l'*Okapi*, l'*Hylochœrus* n'a si longtemps échappé aux recherches que par suite de son habitat très spécial, restreint aux forêts les plus impénétrables du continent noir (²). Il n'en est connu jusqu'ici que

(¹) Maurice de Rothschild, *Exploration de l'Afrique orientale* (*Comptes rendus*, 11 décembre 1905).

(²) L'espèce fut découverte au mont Kenya. Les sept spécimens que j'ai rapportés

fort peu de chose, M. O. Thomas n'ayant pu établir ce genre nouveau que d'après : 1° une peau en mauvais état, sans crâne; 2° un crâne en bon état, avec un fragment de peau; 3° un crâne en mauvais état sans mâchoire inférieure. Il terminait du reste sa description en souhaitant de voir bientôt arriver en Europe des pièces permettant de compléter son étude. Les spécimens dont nous disposons, et dont l'Académie a déjà été entretenue([1]), nous mettent à même, non seulement de donner de nouveaux détails sur les caractères extérieurs de l'*Hylochœrus,* mais encore de présenter des aperçus inédits sur son squelette et d'élucider la question si intéressante de sa dentition. L'ensemble de ce travail, pour lequel nous avons été aidés par les savants conseils de MM. Gaudry, Perrier et Boule, ne sera publié qu'ultérieurement, mais nous désirons, dès maintenant, en signaler les principaux résultats.

Dans les deux sexes, et quel que soit l'âge, le corps est assez uniformément couvert de longs poils noirs brillants, d'autant plus fournis que l'animal est moins vieux. Il existe une véritable crinière, très spéciale, surtout développée chez le jeune et l'adulte, très atténuée chez les vieux sujets; elle est formée de poils noirs et durs, plus développés que ceux du reste du corps. Les oreilles, assez semblables à celles d'un Phacochère, sont terminées par une courte touffe de poils. La queue, grêle et légèrement aplatie, se termine par un léger pinceau. On remarque, sur la face, deux taches blanches ou blanc jaunâtre, l'une à la commissure des lèvres, l'autre au-dessous de l'oreille, à l'articulation de la mâchoire; cette dernière est plus fournie. Il existe, en outre, de chaque côté de la face, une proéminence charnue rappelant celles du Phacochère, et une sorte de larmier, à peine indiqué chez le jeune, mais pouvant acquérir, chez les vieux sujets, de vastes dimensions.

A première vue, les membres, et plus spécialement les doigts, offrent une apparence massive, particulièrement robuste, caractérisée par l'énorme élargissement des métacarpiens et des métatarsiens comparés à ceux des autres Suidés. Cet élargissement pouvant suggérer un rapprochement avec ce qui s'observe chez les Hippopotames, dont le voisinage avec les Suidés, dans la classification, est établi par d'autres caractères, nous avons été portés à étendre nos mensurations et à rechercher quel rapport il peut y avoir,

---

proviennent tous de la forêt de Nandi et j'ai pu acquérir la certitude qu'ils se rencontrent aussi aux monts Laikapia et Loroghi; bien plus, je puis même affirmer que cette espèce, loin d'être inhérente à l'Est africain équatorial, se rattache plutôt à la faune congolaise et, qu'en particulier, les animaux signalés par Emin Pacha, Stanley et sir Harry Johnston, entre *la Semliki et l'Ikuri,* ne sont pas des *Hippopotamus liberiensis* comme ils en ont émis l'hypothèse, mais des *Hylochœrus.*

M. DE R.

([1]) MAURICE DE ROTHSCHILD, *Exploration de l'Afrique orientale* (*Comptes rendus,* 11 décembre 1905).

chez nos *Hylochœrus,* avec ce qui existe chez les *Hippopotames.* Nous avons choisi spécialement ici, comme terme de comparaison, les *Hippopotamus Lemerlei* Grand, et *liberiensis* Leydy, en raison des similitudes de taille qui s'observent entre ces petits Hippopotames et l'*Hylochœrus.* L'examen et le rapprochement des chiffres résultant de nos mensurations montrent jusqu'à quel point cette comparaison est motivée. Par endroits, la similitude de proportions est frappante, tandis que l'écart avec le Potamochère et le Phacochère est considérable. Remarquons encore ici que l'*Hylochœrus* étant exclusivement un animal de forêt a pu y subir des adaptations spéciales.

Les détails de la dentition sont peut-être plus intéressants encore que les caractères extérieurs ou squelettiques. L'étude de nos spécimens montre que l'hypothèse, d'ailleurs émise avec réserve, par M. Thomas, au sujet de l'absence de *pm*4 à la mâchoire supérieure et de son remplacement définitif par *mp*4, n'est pas justifiée. Sur le spécimen type, il est vraisemblable que l'âge relativement peu avancé a seul permis cette persistance de *mp*4. Certains de nos sujets offrent une disposition qui paraît rappeler un peu celle du type; l'usure de *mp*4 n'y est pas aussi avancée, mais ses racines externes, en voie de résorption, sont repoussées hors du maxillaire, probablement par la pression du germe de *pm*4, bien que cette dernière ne soit pas encore formée. Au contraire, sur de très vieux sujets, nous voyons nettement en avant de *m*1, parfaitement reconnaissable, une *pm*4 définitive dont l'issue semble avoir été extrêmement tardive.

Malgré le très jeune âge d'un de nos sujets, nous n'avons jamais rencontré *pm*1 à la mâchoire supérieure, ni *pm*1, *pm*2 et *pm*3 à la mâchoire inférieure. Par contre, nous trouvons *i*3 à la mandibule de deux d'entre eux; dans l'un il s'agit d'une dentition de lait; dans l'autre, bien que beaucoup plus avancée, la dentition n'est pas encore entièrement définitive.

Ainsi que M. Thomas l'a fait remarquer, nous ne rencontrons ici ni la structure compliquée du Potamochère, ni la disposition hypsodonte si hautement différenciée du Phacochère; cependant, la disposition réalisée chez l'*Hylochœrus* appartient au type bunodonte et manifeste un acheminement vers la structure qui s'observe chez le Phacochère, par suite de la tendance des denticules à l'individualisation, tendance plus régulière que chez les autres Suidés.

ZOOLOGIE. — *Structure des cæcums ou appendices filiformes de l'intestin moyen des* PHYLLIES (¹) (Phyllium crurifolium *Audinet Serville*). Note de M. **L. BORDAS**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les cæcums filiformes de l'intestin moyen des Phasmides furent tout d'abord signalés par Müller (1825), puis décrits successivement, chez certaines espèces, par N. Joly (1871), par Heymons (1897) chez le *Bacillus Rossii*, par de Sinéty (1902) chez le *Bacillus*, la *Leptynia*, etc. En 1896, nous avons pareillement étudié les glandules appendiculaires de l'intestin moyen dans les genres suivants : *Phybalosoma*, *Acanthoderus* et *Necroscia*.

Anatomie. — Le tiers postérieur de l'intestin moyen des Phyllies est caractérisé par la présence de nombreux appendices filiformes, sinueux et blanchâtres, présentant, avec les tubes de Malpighi, une certaine ressemblance extérieure. Leur apparition se fait d'une façon brusque, de sorte que l'on passe, sans transition, d'une région intestinale à l'autre. Le nombre de ces tubes est assez considérable. Chez le *Phyllium crurifolium* Aud. Serv. nous en avons compté 65 à la face dorsale de l'organe : ce qui porte à 130 environ la totalité de ces glandules dans le genre que nous avons étudié.

Chaque tube appendiculaire comprend deux parties très caractéristiques : un *réservoir* proximal, piriforme, conique ou cylindrique (de $0^{mm},5$ à $0^{mm},7$ de long sur $\frac{1}{3}$ de millimètre de large) et un *canal distal*, long et sinueux. La cavité du réservoir est généralement régulière: cependant, elle présente parfois des sinuosités ou replis dus à la prolifération des éléments épithéliaux. Dans quelques cas on voit, en effet, certaines cellules s'allonger vers le centre en forme de tubercules à pointe mousse. L'orifice de communication avec l'intestin moyen, généralement large, est parfois étroit et présente alors la forme d'une fente en boutonnière.

Le passage du réservoir collecteur au long tube terminal se fait, presque toujours, d'une façon brusque, rarement progressive. Les tubes glandulaires sont longs, régulièrement cylindriques, blanchâtres et forment, par leur ensemble, un fin chevelu s'entremêlant avec les divers faisceaux des tubes de Malpighi.

Les glandules disparaissent brusquement à 2^{mm} environ de l'extrémité postérieure de l'intestin moyen et sont alors remplacées, au point de vue fonctionnel, par des épaississements épithéliaux des parois latérales de l'organe.

(¹) Divers échantillons de Phyllies, provenant des Seychelles, nous ont été envoyés par M. le professeur E. Heckel, directeur de l'Institut colonial de Marseille, à qui nous adressons nos bien sincères remercîments.

Histologie. — Ces cæcums tubuleux présentent, au point de vue histologique, de grandes analogies de structure avec les tubes de Malpighi. Comme ces derniers, ils peuvent être animés de mouvements vermiculaires très caractéristiques quand l'observation est faite sur des animaux récemment sacrifiés et qu'on opère soit dans un liquide physiologique, soit même dans l'eau. De plus, les réservoirs collecteurs sont pourvus d'une fine musculature striée, à direction oblique, spirale ou circulaire, qui tire son origine des muscles longitudinaux de l'intestin moyen. Les fibrilles contractiles peuvent même se prolonger sur les longs tubes glandulaires filamenteux qui font suite aux réservoirs.

Les cæcums appendiculaires sont rattachés à la paroi intestinale par un très court pédicule dont la membrane enveloppante se continue directement avec celle du tube digestif. A la suite des vésicules, on peut observer tous les termes de passage entre les cellules de l'épithélium de l'intestin et celles du pédicule fixateur. On voit les hautes cellules digestives diminuer progressivement de taille et devenir peu à peu rectangulaires, pendant que leurs noyaux s'arrondissent et se portent vers la base de chaque élément.

Les cellules du réservoir glandulaire sont généralement aplaties. Parfois aussi, elles présentent des irrégularités remarquables et émettent des prolongements internes à sommet arrondi, donnant à la cavité une forme sinueuse. Leur limite interne est recouverte d'une bordure ciliée en brosse, continuation de celle de l'intestin, mais beaucoup plus courte que cette dernière. Les cils sont longs, immobiles et disposés en touffe sur les bourrelets cellulaires, tandis qu'ils sont beaucoup plus courts dans les dépressions. Quelques cellules sont binucléées à noyaux ovales. Leurs parois latérales sont peu apparentes et parfois même indistinctes. Au-dessous de l'assise cellulaire se trouve une très mince membrance basale, recouverte extérieurement par quelques fibrilles musculaires, obliques ou circulaires, émanées des muscles longitudinaux de l'intestin. Le tout est enveloppé par une membrane péritonéale très ténue.

Quant à la partie très allongée, cylindrique, filamenteuse et distale de la glande, elle comprend intérieurement une couche de cellules aplaties, parfois cependant irrégulières, avec prolongements internes courts et hémisphériques. Une bordure ciliée, à peu près uniforme et régulière, limite la cavité du canal. Ces cellules, indépendamment de leur revêtement ciliforme, affectent, au point de vue de la structure du protoplasme et de la forme des noyaux, une disposition à peu près semblable à celle que présente l'épithélium des tubes de Malpighi.

ZOOLOGIE. — *A propos de l'anatomie comparée des Sipunculides*. Note de M. **Marcel-A. Hérubel**, présentée par M. Yves Delage.

Le cerveau des Sipunculides est dorsal. Presque toujours il renferme deux tubes, l'un à droite l'autre à gauche, qui prennent naissance au sein même de la substance corticale. Au sortir de l'organe, ces tubes se couvrent de cils vibratiles et se réunissent en un seul, qui s'ouvre à l'extérieur. Pour ne pas préjuger leur signification, nous les appellerons *tubes cérébraux*. L'orifice est situé juste au-dessus du cerveau. Tantôt il est impair, médian et arrondi (*Sipunculus nudus, Phymosoma granulatum,* etc.); tantôt il est doublé. Ce sont alors deux orifices symétriques et allongés en forme de fentes transversales (*Phascolosoma elongatum,* etc.). Ces fentes s'ouvrent au fond de deux sillons, qui limitent deux petits organes superficiels et transversaux, connus sous le nom de *tubercules ciliés*. Dans les deux cas, le ou les orifices sont situés *en dehors de la couronne tentaculaire;* et les tubercules ciliés sont, eux aussi, *extracoronaux*. Voilà deux points qu'il convient de retenir. Le fond des tubes cérébraux est souvent bourré de pigment. C'est pour cette raison qu'on en a fait des yeux rudimentaires. Quant aux tubercules ciliés, très richement innervés par le cerveau, ils sont considérés comme des organes olfactifs. Certes, ces interprétations sont très possibles. Mais elles ne jettent aucune lumière sur la valeur morphologique des tubes et des tubercules. Nous n'avons acquis qu'un fait précis : c'est qu'un appareil particulier et sans homologies connues met en communication le cerveau avec l'eau de mer. Et le problème qui se pose est celui-ci : *Quelle est la signification morphologique, quelles sont les homologies des tubes cérébraux et des tubercules ciliés?*

Ce problème, l'examen attentif d'une espèce rapportée par l'expédition Charcot m'a permis de le résoudre.

Il s'agit d'un Phascolosome (*P. Charcoti* nov. sp.). Sur l'animal épanoui, la tête, vue d'en haut, présente une bouche, franchement axiale, et une couronne très fournie de tentacules. C'est tout. On ne voit ni orifice de tube cérébral, ni tubercules ciliés. Et, cependant, il y en a. Pour les trouver, partons du cerveau. Comme dans tout l'ordre des Sipunculides, il est dorsal. Sa face dorsale est tapissée d'un feutrage conjonctif que recouvre le péritoine. Sa face ventrale regarde le canal tentaculaire de Poli et, au delà de celui-ci, l'œsophage. C'est vers son tiers supérieur que partent à droite et à gauche les deux tubes cérébraux. A peine sortis, ils se jettent dans un grand « canal longitudinal » qui est creusé dans le feutrage conjonctif dont je viens

de parler. Ce « canal longitudinal », qui monte, dépasse le niveau du cerveau. Sa face ventrale est reliée à l'œsophage par un « tissu lâche et membraneux ». Sa face dorsale est tournée vers le péritoine. La première est et demeure lisse. La seconde se gauffre. Elle figure deux expansions symétriques. Des nerfs partant du cerveau se répandent dans l'épithélium de ces expansions, qui est très fortement cilié. En un mot, les connexions et la structure des tubes et des expansions démontrent d'une façon péremptoire qu'on est en présence des « tubes cérébraux » et des « tubercules ciliés », ceux-ci étant logés longitudinalement dans le « canal longitudinal ».

Continuons la description de ce canal. Il monte parallèle à l'œsophage. Mais, au niveau de la bouche, la cloison de tissu lâche et membraneux, qui l'unissait à l'œsophage, cesse : il s'établit une communication entre le canal longitudinal et la bouche. Un peu plus haut, il est impossible, à moins d'être averti, de distinguer ce qui est l'un de ce qui est l'autre; l'innervation des tubercules ciliés disparaît en partie, et ceux-ci sont en tous points comparables aux expansions de l'œsophage et de la bouche.

Ainsi donc, le « *tube cérébral* » *n'est qu'un diverticule buccal*, et les « *tubercules ciliés* » *ne sont qu'une différenciation de l'épithélium buccal et œsophagien*, des expansions plus richement innervées de la bouche et de l'œsophage. Or, toute invagination buccale allant au-devant du cerveau et ayant avec lui des rapports anatomiques plus ou moins intimes est considérée comme une *hypophyse*. Le tube cérébral est donc *une sorte d'hypophyse*. Le Phascolosome, qui nous donne la clef de cette homologie, est, à n'en pas douter, un Sipunculidé inférieur. Il est remarquable qu'il soit antarctique.

Il est désormais facile de comprendre comment, par suite d'un plus grand développement en hauteur de la couche de *tissu lâche et membraneux*, l'orifice de cette hypophyse a été *séparé de la bouche et reporté dorsalement* par rapport à celle-ci et aux tentacules, et comment les *tubercules ciliés*, d'abord allongés dans l'hypophyse, ont été refoulés jusqu'à son orifice, devenant ainsi superficiels.

ZOOLOGIE. — *Sur l'évolution des prétendues Coccidies des Céphalopodes.* Note de M. TH. MOROFF, présentée par M. Alfred Giard.

Bien que les Sporozoaires parasites de la paroi intestinale d'*Octopus* et de *Sepia* aient, depuis leur découverte, changé quatre ou cinq fois de nom, on s'accorde aujourd'hui à les regarder comme des Coccidies. D'après les recherches de Siedlecki ces organismes, en effet, évoluent comme de vraies Coccidies, avec toutefois cette différence que, comme les Eugrégarines, ils ne présentent pas de schizogonie; d'où le nom d'*Eucoccidium* qui fut

proposé par Lühe pour les dénommer. Or, ces considérations reposent sur une fausse interprétation de l'évolution de ces parasites.

Les recherches que j'ai poursuivies au laboratoire de Zoologie de l'Université de Grenoble, avec du matériel très fortement infesté provenant de Cavalière et de la Station zoologique de Cette, m'ont conduit à ce résultat que, au point de vue de leur évolution, ces parasites ne sont pas des Coccidies, mais de véritables Grégarines.

L'évolution de ces différentes espèces étant très comparable, je choisirai comme exemple *Eucoccidium Jacquemeti* n. sp., une espèce parasite d'*Octopus*, qui, en raison de la grande taille de ses éléments, se prête facilement à l'observation.

Les jeunes stades, intracellulaires, ont un cytoplasma clair avec un gros noyau et sont revêtus, comme les Grégarines, d'une fine cuticule qui persiste pendant toute leur croissance. Le noyau possède un gros karyosome d'abord massif, puis devenant vacuolaire à mesure que grandit le parasite.

Formation des macrogamètes. — Chez les femelles, au terme de la croissance, le protoplasma devient vacuolaire et la chromatine du karyosome se répand dans le suc nucléaire sous forme de gros et petits grains dont un grand nombre se dissolvent. Alors apparaissent à la surface du parasite 10-15 centrosomes dont je ne puis encore reconnaître l'origine avec certitude. Chacun d'eux occupe le centre d'un rayonnement protoplasmique aboutissant au noyau. Ce dernier a perdu sa forme arrondie; il a augmenté de volume et envoie des prolongements dans la direction des centrosomes. Ces prolongements atteignent bientôt les centrosomes, et les noyaux se divisent en autant de parties qu'il y a de centres.

Ainsi se forment, par mitose multiple, des noyaux primitifs, superficiels, faiblement colorables, avec grains de chromatine de taille variée. Ce stade dure quelque temps, puis les centrosomes apparaissent de nouveau et se divisent en deux centrosomes filles situés au sommet d'éminences protoplasmiques qui s'écartent peu à peu l'une de l'autre. Entre eux la chromatine de chaque noyau primitif s'ordonne en chromosomes (huit, je crois) et ainsi se forment deux noyaux filles. La division continue de même à la surface du parasite et conduit au stade de perlage typique des Grégarines. En même temps, le corps protoplasmique s'est découpé en un boudin sinueux finalement recouvert de macrogamètes piriformes rattachés au corps maternel par une large base qui s'étrangle peu à peu. Puis les macrogamètes se détachent et deviennent sphériques.

Formation des microgamètes. — Chez les mâles, au terme de la croissance, le protoplasma est devenu grossièrement granuleux, et le karyosome a abandonné au noyau une quantité de chromatine bien plus grande que chez les femelles, de sorte que celui-ci se colore intensément. Le noyau se porte alors à la surface du parasite, et sa chromatine se rassemble dans sa moitié tournée vers l'extérieur. L'hémisphère chromatique nucléaire ainsi formé atteint la surface même de la Grégarine.

Il se divise alors en deux moitiés qui s'écartent l'une de l'autre, prolongée chacune par un cône protoplasmique, terminé par une pointe fortement chromatique (cen-

trosome sans contrôle distinct. Avant que s'achève la division nucléaire, les centrosomes et leur cône attractif se divisent encore un certain nombre de fois, puis la masse chromatique s'ordonne en chromosomes mal définis qui se répartissent entre les centrosomes. Les noyaux primitifs ainsi formés continuent à se multiplier par voie mitotique à la surface du corps qui se divise en lobes sinueux, et le processus se déroule comme chez les autres Grégarines pour aboutir à la différenciation des microgamètes. Ceux-ci sont très effilés, de 50^{μ}-55^{μ} de long sur 1^{μ} de large, avec un noyau qui occupe plus de la moitié de leur longueur, et munis d'une membrane ondulante qui se prolonge en queue à l'arrière.

Fécondation. — Les microgamètes libres gagnent les amas des macrogamètes et se fixent sur ceux-ci après leur mise en liberté. Le microgamète, d'abord étroitement fixé sur l'élément femelle, se rétracte peu à peu en pénétrant dans celui-ci, en même temps que son noyau se décompose en nombreux grains de chromatine qui viennent s'unir au noyau femelle. L'union des deux noyaux donne alors un gros synkaryon dont le volume se réduit rapidement de près de moitié. Une paroi assez résistante se forme alors autour de la copula, et le noyau se divise par mitoses successives pour donner finalement 15 sporozoïtes.

Ainsi se forme, au lieu où se trouvaient les nombreux macrogamètes issus d'une même Grégarine, un nombre égal de sporocystes sphériques à paroi résistante de 15^{μ} à 17^{μ} de diamètre.

Chez les autres espèces d'*Eucoccidium* de Poulpe et notamment chez *E. Octopianum*, le processus évolutif se déroule à quelques variantes près comme chez *E. Jacquemeti*. Partout on observe des centrosomes au stade de perlage. Il en est de même pour *Eucoccidium Eberthi* de la Seiche dont Siedlecki a donné l'évolution détaillée mais inexacte. Il a pris, en effet, le stade de perlage, c'est-à-dire la formation des macrogamètes pour un stade de sporulation, et en conséquence méconnu complètement le véritable processus sexuel.

En résumé, les prétendues Coccidies des Céphalopodes sont en réalité des Grégarines, car nous admettons, suivant l'enseignement du professeur Léger, qu'un des caractères essentiels des Grégarines, outre l'orientation définie du corps, réside en ce que, chez celles-ci, chaque copula donne naissance à un sporocyste tandis qu'elle donne un oocyste tout entier chez les Coccidies. Ce sont des Grégarines monocystidées qui, en raison de leur immobilité et de leur vie au sein des tissus, ne s'accouplent pas au moment de leur reproduction, mais chez lesquelles l'inconvénient qui résulte de l'absence de copularium est largement compensé par l'agilité et le grand nombre des éléments mâles.

En conséquence de ces faits il faut reconnaître que le nom d'*Eucoccidium* que leur a donné Lühe ne leur convient en aucune manière.

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle maladie myxosporidienne de la Truite indigène.* Note de M. L. Léger, présentée par M. Alfred Giard.

On connaît déjà chez les Truites trois espèces de Myxosporidies dont deux paraissent provoquer des maladies graves : ce sont le *Myxobolus cerebralis* Hofer, agent du tournis des Salmonides (Drehkrankheit), qui sévit sur les très jeunes Truites arc-en-ciel et semble être souvent mortel ; le *Myxobolus neurobius* Schuberg et Schrœder, qui a été rencontré dans les nerfs et la moelle épinière de Truites de ruisseau de la forêt Noire chez lesquelles sévissait une forte mortalité, et enfin *Henneguya Nüsslini* Schuber et Schrœder, dont les mêmes auteurs ont observé seulement deux kystes, vraisemblablement inoffensifs, à la base de la nageoire dorsale du même hôte.

Je signalerai ici l'existence d'une nouvelle Myxosporidie qui habite dans la vésicule biliaire de notre Truite indigène, *Trutta fario* L., et que j'ai rencontrée d'une façon constante chez des sujets atteints par une maladie à forme chronique se terminant le plus souvent par la mort.

Cette maladie, qui a été observée dans des bassins d'élevage d'un important établissement de pisciculture du Dauphiné, sévit depuis plusieurs années sur des Truites déjà grosses, du poids de 100^g à 300^g.

Le poisson malade perd peu à peu l'appétit et est bientôt atteint d'une diarrhée jaune brunâtre en même temps qu'il maigrit et devient indolent. Peu à peu les nageoires et les parties normalement claires de la peau, notamment les aisselles et la face ventrale, prennent une coloration jaune bien caractéristique. La maladie se prolonge ainsi pendant de longs mois au bout desquels le poisson amaigri et anémié finit par succomber.

A l'autopsie, le foie est décoloré, la vésicule biliaire énormément distendue avec une bile jaune rougeâtre. Des suffusions biliaires se produisent dans les organes voisins de la vésicule; les muscles de la paroi abdominale sont parfois colorés en jaune et comme tannés par la bile. En même temps, l'intestin présente tous les caractères de l'entérite chronique.

Dans la vésicule et dans les conduits biliaires se trouvent une quantité innombrable de Myxosporidies libres, de tailles variées, qui, par leurs spores sphériques tétracapsulées, appartiennent au genre *Chloromyxum*.

Les états végétatifs ont la forme d'amibes à mouvements très actifs et persistant plusieurs heures après la mort de l'hôte. Ils se meuvent au moyen de pseudopodes larges et obtus, émanant de la couche ectoplasmique très développée à la partie anté-

rieure du corps. Leur forme est tantôt allongée, comme celle d'*Amœba limax*, atteignant en moyenne 40$^{\mu}$ de long avec une large zone ectoplasmique antérieure; tantôt massive à contours irrégulièrement lobés avec pseudopodes épars; tantôt ovoïde ou sphérique de 25$^{\mu}$ à 40$^{\mu}$ de diamètre, sans pseudopodes visibles (état de repos).

A l'état vivant, l'organisme tout à fait incolore, clair et hyalin, tranche nettement sur le fond jaune du liquide biliaire. Son endoplasme présente un aspect spumeux dû à la présence de nombreuses et larges alvéoles entre lesquelles se voient de fines granulations. Il montre un nombre variable de noyaux visibles même *in vivo* comme des corps réfringents et d'apparence homogène. Ces noyaux possèdent un gros nucléole avec un suc nucléaire fortement colorable. Avec eux se voient dans l'endoplasme de nombreux grains chromatiques.

Dans beaucoup d'individus on peut observer des spores mûres ou en voie de développement. Leur nombre varie de 1 à 8, rarement plus, selon la taille de l'organisme, et parfois on les voit changer de position dans le corps lorsque celui-ci est en mouvement. Les individus à 3 ou 4 spores sont les plus communs et souvent celles-ci ne sont pas au même degré de développement.

Les spores mûres, tétracapsulées, sont sphériques, de 8$^{\mu}$ à 9$^{\mu}$ de diamètre, et possèdent une paroi formée de deux valves pourvues de côtes saillantes parallèles, très accentuées. Ces valves sont unies par une bande de substance cémentaire à trajet méridien mais légèrement ondulé, et à chacune d'elles sont rattachées deux capsules dont l'une est toujours plus petite que l'autre.

En suivant le développement de ces spores, on peut remarquer que leur enveloppe est d'abord constituée par deux cellules claires munies chacune d'un noyau et que ce sont ces cellules qui en se rétractant sur le contenu sporal se plissent et forment les valves à côtes saillantes de la spore mûre.

Le *Chloromyxum* de la Truite est très voisin de *Chl. fluviatile* Thélohan de *Squalius cephalus* L., mais il s'en distingue néanmoins par la taille plus grande de ses spores et de ses états végétatifs, par les crêtes très accentuées des valves sporales et la différence de taille constante des capsules d'une même spore.

La rivière qui alimente le bassin infesté ne renfermant aucun *Squalius*, ni aucun autre poisson à *Chloromyxum*, il y a donc tout lieu de penser qu'il s'agit là d'un parasite spécial à la Truite et, en conséquence, je propose de le désigner sous le nom de *Chloromyxum truttæ* n. sp.

En l'absence d'infections artificielles, il est impossible d'affirmer que cette Myxosporidie soit l'agent pathogène de la grave maladie mentionnée ci-dessus; mais une telle relation acquiert un certain degré de probabilité si l'on remarque que les Truites bien portantes des ruisseaux voisins ne montrent aucun parasite dans leur appareil biliaire.

MÉDECINE. — *Analyse des bacilles tuberculeux*. Note de M. G. BAUDRAN, présentée par M. d'Arsonval.

Nous distinguerons deux formes de bacilles : 1° les bacilles morts, tués à 120°; 2° les bacilles vivants, provenant de cultures sur pommes de terre ou sur bouillons de formule connue.

1° *Bacilles morts*. — Avant toute opération, ils sont séparés des matières étrangères auxquelles ils peuvent adhérer (filtres, pommes de terre, etc.), puis lavés à l'eau distillée froide pour enlever la glycérine et quelques autres produits; enfin on les sèche à basse température ou dans le vide sulfurique.

Deux méthodes furent employées ; l'une à l'acide chlorhydrique; l'autre, celle des épuisements successifs (alcool, xylène, benzine, etc.).

Méthode à l'acide chlorhydrique. — Une quantité déterminée, 20g ou 30g de corps bacillaires, est mise au bain-marie à 50° pendant 8 à 10 jours avec 500g de HCl à 1 pour 100. Au bout de ce temps, on laisse refroidir et l'on sépare mécaniquement la partie surnageante; celle-ci renferme la *graisse* et la *lécithine*. On lave à l'eau pour enlever toute trace de HCl, puis on traite par un mélange d'éther et de benzine dans la proportion de 2 parties d'éther pour 1 partie de benzine. La matière grasse se dissout entièrement. L'addition d'acétone laisse déposer à froid la *lécithine distéarique* qu'il est facile de caractériser par ses propriétés et sa teneur en phosphore. L'évaporation du liquide donne l'*oléine* et la *margarine;* la saponification par la potasse alcoolique donne un savon soluble que l'on épuise, après neutralisation avec HCl, par l'éther pour enlever la *cholestérine* restant. La transformation en oléate plombique ou calcique, soluble dans l'éther, permet d'isoler l'*oléine* et d'avoir, par différence, la *margarine*.

Les bacilles sont ensuite recueillis sur un filtre, lavés et séchés, puis repris par le mélange d'éther et de benzine. On obtient ainsi de la *cholestérine* que l'on purifie par l'acide acétique ou benzoïque suivant les procédés connus. Cette cholestérine a des réactions spéciales : c'est plutôt de l'*isocholestérine* se comportant comme un hydrate de terpène (Walitzky); en effet, traitée à froid par parties égales d'acide azotique et d'alcool, elle donne l'odeur du terpinol et des cristaux de terpine qu'il est facile d'identifier. L'oxydation lente, en présence de l'air, dans les cultures donne ce même dérivé de la cholestérine. Il est facile de le mettre en évidence en précipitant la tuberculine brute par l'alcool absolu : le dépôt est constitué par des peptones et des matières albuminoïdes; la distillation de l'alcool laisse un précipité blanc qui, épuisé par l'éther, donne de la cholestérine non transformée et le produit aromatique à odeur de jacinthe très prononcée. Le produit odorant de la tuberculine serait donc un *hydrate de cholestérine* analogue à la terpine.

Le produit restant après séparation de la cholestérine est constitué par de la *cellulose* que l'on caractérise ainsi qu'il suit : cette substance se dissout à l'ébullition dans parties égales de chlorure de zinc et d'acide chlorhydrique, se colore par les réactifs spéciaux, chlorure de zinc iodé, etc. Seulement cette cellulose microbienne, cuticulaire, incrustée de substances minéralisées (silice, calcium), résiste à l'action de l'amylobacter, mais s'hydrolyse lentement dans le milieu suivant : sel de manganèse et eau à l'étuve à 36° (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 1000, et t. CXL, 1905, p. 884) donnant ainsi un produit antitoxique comme nous en avons obtenus en traitant de la même façon la strychnine, les toxines tétanique, diphtéritique, etc.

Les produits de cette transformation sont les acides butyrique et acétique que l'on sépare par des distillations fractionnées. En faisant les cendres de cette substance, outre les composants signalés par Schweinitz et Dorset (¹), on trouve du fer à raison de $0^g,008$ par 100^g de bacilles et une très faible proportion de manganèse.

Partie liquide. — La partie liquide dévie à droite le plan de polarisation de la lumière et réduit la liqueur de Fehling. Elle est neutralisée par la potasse et laisse déposer la *nucléine* que l'on recueille et pèse. Le reste de la solution contient environ 53,59 pour 100 de *matières albuminoïdes* (²). On fait évaporer et l'on traite par l'alcool tartrique ou acétique suivant les méthodes usuelles. On obtient facilement un produit de *nature alcaloïdique* qui, injecté à des cobayes à la dose de $0^g,10$, les fait périr en 2 ou 3 mois sans lésions tuberculeuses vraies, mais avec hyperémie du rein et des capsules surrénales.

Méthode des épuisements successifs. — Dans un appareil Soxhlet, les bacilles sont traités par l'alcool absolu à trois reprises différentes. Ils sont ensuite épuisés par le xylène. Tous les liquides sont réunis et précipités par l'acide acétique. Presque toute la *cholestérine* se dépose. L'addition d'acétone permet de séparer la *lécithine distéarique*. L'évaporation donne les graisses qu'on saponifie par la potasse alcoolique; les savons sont transformés en sels calcaires par le chlorure de calcium. On a ainsi les *stéarate* et *oléate* qu'on pèse et sépare au moyen de l'éther : l'oléate seul est soluble; le stéarate est dosé par différence.

Les bacilles, privés de tout liquide extracteur, sont traités par HCl; la soude permet d'isoler la *nucléine*. Le liquide de ce dernier épuisement est traité comme ci-dessus. Il reste de la *cellulose* avec son fer et son manganèse. Les résultats ne sont pas absolus; ils varient d'une espèce à l'autre, humaine ou bovine.

(¹) *The mineral constituents of the tubercle bacilli* (*Centralblatt für Back.*, t. XXIII, 1898, p. 993).

(²) Kressling, *Ueber die Fettsubstanz der Tuberkelbacillen* (*Berlin. klin. Woch.*, t. XXX, 1901, p. 896).

2° *Bacilles vivants.* — Ils sont d'abord épuisés à plusieurs reprises à froid par le chloroforme. On obtient ainsi la *cholestérine* qu'on purifie. Ensuite on fait agir le mélange d'éther et de benzine; par l'acétone on en sépare la *lécithine*; les graisses sont dosées comme dans l'opération précédente. L'action de l'alcool absolu donne, après évaporation et reprise par l'eau, des *anaéroxydases* très évidentes par l'eau gayacolée. Les corps bacillaires sont épuisés par l'acide chlorhydrique dilué à l'étuve à 37°; cette opération donne la *nucléine* et il reste en solution une variété d'*alcaloïde* dont la toxicité est telle que 1^{cg} tue en 40 heures un cobaye de poids moyen. L'autopsie révèle les mêmes symptômes que précédemment, mais plus accentués.

Composition du bacille tuberculeux.

Substances grasses		36 à 44
Cholestérine	5 à 7	
Stéarine	15 à 18	
Oléine	10 à 12	
Lécithine distéarique	6 à 7	
Nucléine		3 à 4
Cellulose		3,60 à 5,50
Fer		$0^g,006$ à $0^g,008$
Manganèse		traces
Substances albuminoïdes		50 à 56

La quantité de fer est supérieure de quelques milligrammes dans le bacille humain.

Comparaison entre la graisse des bacilles et la graisse du chyle.

	Bacilles.	Chyle d'après Hoppe-Seyler.
Cholestérine	13,1	11,3
Lécithine	15,7	7,5
Oléine	31,5	38,1
Stéarine	39,4	43

Les bacilles morts m'ont été fournis par l'Institut Pasteur; les bacilles vivants par M. le professeur Vallée, d'Alfort.

PHYSIOLOGIE. — *La réaction du sang, fonction de la nutrition* (*loi de physiologie générale*). Note de M. **Jean Gautrelet**, présentée par M. Yves Delage.

M. Bouchard, en précisant la notion de diathèse, a introduit en Pathologie générale la donnée véritablement scientifique et si féconde de réac-

tion humorale. Notre but est de généraliser cette notion et de montrer comment la réaction du milieu intérieur est un facteur essentiellement biologique, comme elle est fonction de la nutrition, que l'on envisage la série animale ou les diverses conditions physiologiques ou pathologiques. Nous n'esquisserons que rapidement ces faits qui sont les conclusions d'un travail déjà publié (1).

La quantité de pigment sanguin, hémocyanine ou hémoglobine, peut servir à définir l'activité des échanges organiques; or il est des plus intéressant de constater le parallélisme rigoureux qui existe toujours entre la richesse du sang en pigment et son alcalinité apparente (nous disons *alcalinité apparente* afin de souligner l'acidité réelle du sang).

Nous avons effectué un grand nombre de titrages hémoglobiniques et hémoalcalimétriques, les premiers à l'aide de l'hématoscope, les seconds par le procédé de Drouin que nous avons légèrement modifié.

Le Tableau ci-dessous montre nettement que l'ordre dans lequel se succèdent les classes d'animaux groupés d'après leur titre hémo-alcalimétrique est précisément celui dans lequel augmente l'activité des combustions respiratoires : c'est l'ordre des oxydations croissantes (Jolyet et Regnard, Regnault, Richet) :

Animaux.	Alcalinité apparente pour 100^{cm^3} de sang.	Hémoglobine pour 100.
Annélides	38^{mm^3} NaOH	3
Sélaciens	52	5
Autres Poissons (Carpe)	65	6
Lézard	70	7
Grenouille	70	8
Chien	133	11,5
Lapin	160	12
Cheval	220	13,1
Bœuf	220	13,2
Cobaye	222	14
Homme	228	14
Porc	231	14,3
Moineau	266	16,5

Dans les deux Tableaux suivants nous avons essayé d'établir le parallé-

(1) JEAN GAUTRELET, *Les pigments respiratoires et leurs rapports avec l'alcalinité apparente du milieu intérieur*. Thèse de doctorat ès sciences (*Arch. Zool. expér. et génér.*, 1903, 4e série, t. I, p. 31-171. Schleicher, éditeur, Paris).

lisme qui existe encore entre l'alcalinité du sang et l'activité des oxydations mesurées par le titre hémoglobinique, dans les diverses conditions physiologiques ou pathologiques :

I. — *Conditions physiologiques.*

	Titres	
États physiologiques.	hémo-alcalimétriques.	hémoglobiniques.
Enfants	faible	maxima de 25-45 ans
Adultes	élevé	
Vieillards	faible	
Sexe masculin	élevé	plus élevé
» féminin	faible	plus faible
Repas	augmente	augmente
Jeûne	diminue	diminue
Exercice prolongé	diminue	diminue
» avec entraînement	augmente	augmente
Hibernation	diminue	diminue
Sommeil	diminue	diminue
Parasitisme	diminue	diminue
Grossesse	diminue	diminue

II. — *Conditions pathologiques.*

	Titres	
Maladies.	hémo-alcalimétriques.	hémoglobiniques.
Fièvre	baisse	baisse
Typhoïde	baisse	baisse
Variole	baisse	baisse
Pleurésie	$166^{mg},3$	baisse
Tuberculose	baisse à la période de consomption	diminue
Anémie	diminue	11 à 14 pour 100
Chlorose	diminue	3 à 4 »
Néoplasie	$80^{mg},0$	6 »
Diabète	$108^{mg},0$	11 »
Goutte	diminue	8,4 »
Cirrhose	diminue	diminue
Intoxications	diminue	diminue

Nous étions donc en mesure de tirer en conclusion la loi générale suivante : il y a un parallélisme absolu entre l'alcalinité apparente du sang et l'activité des échanges organiques mesurée par le titre hémoglobinique.

Autrement dit, la réaction humorale suit les vicissitudes de la nutrition; quand celle-ci est ralentie, l'alcalinité du sang diminue et inversement, qu'il s'agisse de la série animale ou des diverses conditions de l'individu. Le mécanisme est d'ailleurs toujours conforme à celui que Bouchard invoque en Pathologie : le peu d'intensité, la diminution des oxydations expliquent d'une part l'accroissement des produits incomplètement oxydés, des acides gras en particulier, et d'autre part la moindre proportion dans le sang d'ammoniaque, base forte et terme ultime des combustions intraorganiques des matières azotées.

GÉOLOGIE. — *Sur les glaciers pléistocènes dans les vallées d'Andorre.* Note de M. Marcel Chevalier.

Les traces des anciens glaciers quaternaires en Andorre ont été signalées en 1875 par J.-F. Bladé. M. Penck, en 1885, se rapporte à l'opinion de cet auteur en ce qui concerne cette partie de la chaîne, dans son étude sur la période glaciaire dans les Pyrénées. Depuis il nous semble que la question a été délaissée par les géologues.

Lors d'un séjour en Andorre, en septembre 1905, j'ai pu constater que les glaciers pléistocènes ont laissé des traces absolument nettes dans les vallées de la petite République.

Le *Valira del Oriente* prend sa source dans un beau cirque glaciaire (*cirque dels Pessons*) dominé par des crêtes granitiques très ravinées par l'action du ruissellement. Toute la vallée jusqu'à *Andorra la vella* conserve sur ses flancs des restes de moraines anciennes, des roches moutonnées, polies et striées. On en observe les plus beaux exemples à *Solden, Canillo, Angulastès, Las Escaldas, Andorra.*

Dans la vallée du *Valira del Norte,* les traces glaciaires sont aussi nettes, et représentées par des dépôts morainiques, des roches moutonnées, striées et polies, observés surtout à *Ordino* et au *Pont Sant-Antonio* où la vallée affecte une forme en U caractéristique.

Pendant la période maxima d'extension des glaces, un grand glacier constitué par réunion près d'Andorra des deux glaciers occupant respectivement la vallée du Valira del Norte et la vallée du Valira del Oriente, s'est étendu, après un parcours de 29^{km}, jusqu'aux environs de *Santa Coloma* (1030^{m}) où il a laissé une moraine frontale aujourd'hui remaniée et en partie effacée par l'action ultérieure des agents atmosphériques et aussi par le Valira. Ce dernier postérieurement à la disparition du glacier, arrêté dans sa course par la moraine, a formé derrière cette dernière un lac inondant toute la plaine d'Andorra. Ce lac s'est vidé quand les eaux ont pu se frayer un passage à travers le dépôt morainique.

La disparition des glaces en Andorre ne s'est pas faite d'une façon continue. Il y eut des moments d'arrêt dans le recul des glaciers. Ces temps d'arrêt sont marqués par des moraines frontales abandonnées à divers endroits dans les vallées des Valira. Il faut signaler celles d'Ordino et de Canillo. Derrière ces deux moraines, et jusqu'à ce qu'ils aient réussi à les traverser, les cours d'eau ont temporairement formé des lacs de peu de profondeur.

On ne peut pas affirmer qu'il y eut dans cette partie des Pyrénées deux extensions glaciaires séparées par une phase interglaciaire. Partout, en effet, les dépôts dus aux glaciers reposent sur des terrains paléozoïques.

Nous pensons que, lors de l'extension maxima des glaces pléistocènes dans les vallées d'Andorre, cette partie des Pyrénées fut couverte par une énorme calotte de glace et de neige d'où émergeaient les plus hauts sommets, de 500^m à 600^m plus hauts qu'aujourd'hui. Sous cette calotte glaciaire des cirques distincts, situés sur les flancs des monts, permettaient une accumulation considérable de nevés d'où descendaient dans les vallées, creusées dès le pliocène, les glaciers dont nous avons parlé.

L'important massif granitique situé à l'est de l'Andorre formait un centre de dispersion des glaciers qui descendaient des flancs du massif suivant une direction rayonnante. On remarque, en effet, qu'autour des pics d'*Ensagen*, d'*Alt del Grio, dels Pessons, de la Fontnègre, etc.*, se trouvent d'anciens cirques glaciaires d'où partaient les glaciers du *riu Montuel*, du *Valira del Oriente*, de l'*Ariège*, du *riu Grimaü* et du *riu Madriu*. Tous ces cirques (Ensagen, dels Pessons, de la Fontnègre, *Vallcivera*) sont parsemés d'étangs dont l'origine glaciaire n'est pas douteuse.

GÉOLOGIE. — *Les volcans du Livradois et de la Comté (Puy-de-Dôme).* Note de M. Ph. Glangeaud, présentée par M. Michel Lévy.

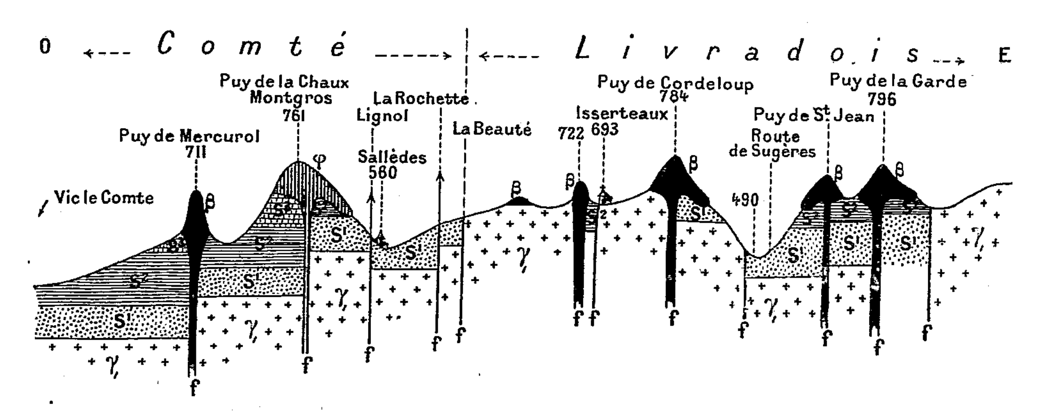
J'ai signalé, en 1901, que les *volcans quaternaires* des environs de Clermont (volcans de Gravenoire et de Beaumont) *étaient situés sur des failles* qui avaient dû s'élargir, par places, sous forme de fentes éruptives, permettant ainsi l'ascension du magma fondu interne.

Les études dont m'a chargé mon maître, M. Michel Lévy, pour le Service de la Carte géologique de la France, m'ont montré que la situation particulière de ces volcans n'était pas une exception. J'ai observé fréquemment, en effet, qu'un assez grand nombre de volcans du Puy-de-Dôme présentaient une situation analogue (volcan du Tartaret, etc.).

La région qui s'étend au sud du département est spécialement favorisée à ce point de vue. Cette région, une des plus gracieuses du Massif central, doit son pittoresque si particulier à des causes d'ordre géologique. Elle comprend la contrée désignée sous le nom de Comté (de Vic-le-Comte) et le Livradois (région cristalline s'étendant entre l'Allier et le Dore). Les plaines de Sauxillanges, de Sugères et de Monglien s'enfoncent comme un coin entre les deux pays et sont dominées de toutes parts par des collines aux contours les plus variés. A l'Est s'étagent les hauteurs du Livradois formées de croupes de granulite entourées de schistes cristallins; au Nord dominent les schistes et le granite et au Sud et à l'Ouest l'oligocène.

Ces diverses formations semblent servir de piédestal à un grand nombre de pitons basaltiques, couronnés parfois de châteaux et de tours qui se dressent au Nord (Puy de la Garde, Puy de Saint-Jean, Puy de Cordeloup); au Sud (Puy d'Usson); à l'Ouest (Puy de Manglieu, Puy de la Comté) seuls ou accompagnés de coulées démantelées.

Tous ces puys, restes d'anciens volcans, réduits à leurs cheminées, ne sont pas distribués d'une manière quelconque, ainsi qu'on pourrait le croire, à première vue. Ils sont généralement alignés sur des dislocations de direction Nord-Sud, Nord-Est ou Nord-Ouest.



Coupe synthétique Est-Ouest à travers le Livradois et la Comté.

γ, granite; S¹ S² S³ divers termes de l'Oligocène; β basalte; φ phonolite; *f* failles (dont plusieurs sont éruptives) dénivelant l'Oligocène en une série de compartiments, plus ou moins affaissés.

La carte géologique du Livradois et de la Comté apparaît, en effet, comme rayée par une série de bandes affectant les directions dont je viens de parler. Certaines de ces bandes sont effondrées, d'autres surélevées. Plusieurs bandes effondrées sont constituées par des sables argileux, aisément ravinés par l'érosion. Six de ces bandes s'étagent de Saint-Dié à Fayet (de l'altitude 420^{m} à l'altitude 650^{m}). La plus importante constitue un véritable couloir d'Estondeuil à Sugères, où elle s'élargit considérablement pour former les plaines de Sauxillanges et de Manglien. Cette dépression

de 20^{km} de long est dominée à l'Est par les Puys de Saint-Jean, des Ollières, de la Garde et de Mars, qui se dressent le long d'une faille Nord-Nord-Ouest. Le Puy de la Garde a donné une coulée reposant sur des argiles et des meulières oligocènes, surélevées à près de 800^{m}, alors que ces mêmes assises se trouvent à 250^{m} en contrebas, 2^{km} plus au Nord.

Le Puy d'Auger, près de Manglien, est également sur une faille Nord-Ouest. Les Puys d'Usson, du Montel, de Cordeloup (avec deux coulées morcelées) et plus au Nord le Puy imposant de Manzun s'alignent sur une dislocation, longue de 25^{km} et de direction Nord-Est.

Les environs de Sallèdes sont effondrés entre des failles Nord-Sud dont plusieurs ont été signalées par M. Giraud, mais le caractère éruptif de certaines d'entre elles n'avait pas encore été mis en lumière. Les Puys de la Rochette, de la Côte, de Lignol sont distribués sur des failles Nord-Sud et ont donné de petites coulées basaltiques ou phonolitiques. Les belles coulées phonolitiques de Sallèdes et de la Chaux, Montgros sont issues d'une cassure dénivelant les divers termes de l'Oligocéne de près de 100^{m}.

Enfin, le Puy si curieux de Mercurol, qu'on dirait formé d'un jet de basalte vertical et qui n'est que la racine d'un volcan, dont les coulées ont été séparées par l'érosion de leur point originel, et la plupart des puys semblables de la Comté, paraissent bien alignés sur des dislocations analogues; mais il est difficile d'être ici aussi affirmatif, car la végétation et les éboulis masquent une grande partie des affleurements.

En résumé : 1° La plupart *des volcans du Livradois et de la Comté sont situés sur des failles* de direction Nord-Sud (dislocations tertiaires) et de direction Nord-Est et Nord-Ouest (dislocations généralement hercyniennes ayant rejoué au Tertiaire);

2° La disparition complète des appareils de projection, le démantèlement des coulées font penser tout d'abord que ces volcans sont assez anciens et qu'on pourrait peut-être les considérer comme édifiés à la même époque (*miocène*) que ceux du versant occidental de la Limagne. Cependant, en l'absence de documents paléontologiques, et les modifications du relief ne me paraissant pas aussi considérables, je serai porté à les croire *pliocènes*, mais *pliocène ancien, les coulées phonolitiques étant postérieures aux coulées basaltiques*.

3° Toutes ces considérations permettent de se rendre compte du *mode de distribution* de ces volcans, de la *sortie des laves* par effondrement de voussoirs et du *modelé très spécial* d'un pays qui mérite d'être mieux connu.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique de la zone d'Ivrée et de la zone du Strona.* Note de M. EMILE ARGAND, présentée par M. de Lapparent.

La zone d'Ivrée est un synclinal. Ce fait considérable résulte d'un grand nombre de données objectives, dont beaucoup sont nouvelles.

Nous avons brièvement exposé, dans une Note précédente (¹), la preuve qui résulte de la continuité des surfaces structurales depuis le synclinal du mont Collon jusqu'au bord externe de la zone d'Ivrée.

La seconde argumentation est d'ordre plus spécialement stratigraphique. Les belles recherches de M. Termier ont depuis longtemps établi que les micaschistes de la Vanoise sont des équivalents métamorphiques du Permien et du Carbonifère; plus tard, M. Termier a proposé de rattacher au même ensemble la majeure partie des noyaux de gneiss et de micaschistes de la zone du Piémont. Encore que la liaison de ces masses anticlinales les unes avec les autres soit fort différente de celle qu'expriment les coupes de M. Termier (²), le fait même de la continuité n'est pas douteux et les conclusions du savant professeur, quant à l'âge de toutes ces transformations, nous paraissent pleinement justifiées, au moins en ce qui concerne la partie supérieure des complexes de gneiss ou de micaschistes.

Ainsi, c'est une série permo-carbonifère qui, dans la nappe VI (Dent Blanche-Sesia), supporte les formations basiques à intercalations calcaires. Pour des raisons totalement différentes, nous avons été amené à considérer la base au moins de ces dernières formations comme équivalant au Trias et, de fait, leur passage aux gneiss sous-jacents est, en général, assez graduel; en beaucoup de points il semble n'y avoir aucun hiatus.

Ces seules considérations suffiraient à montrer que la zone d'Ivrée jouit bien, par rapport au gneiss Sesia, de la fonction synclinale.

Une dernière série de déductions se résume en un puissant argument tectonique. M. Maurice Lugeon et moi avons montré (³) que les axes des grands plis couchés passent par un maximum d'élévation dans le massif du Tessin; grâce à ce phénomène, la zone d'Ivrée se rétrécit considérablement

(¹) Voir ci-dessus, p. 527, 26 février.

(²) TERMIER, *Les nappes des Alpes orientales et la synthèse des Alpes* [*B. S. G. F.*, 4ᵉ série, t. III, 1903, Pl. XXII, coupe IV (par le grand cercle de Genève-Ivrée)].

(³) *Comptes rendus*, 29 mai 1905.

entre Locarno et le Passo San-Iorio, et semble même par places se fragmenter en un certain nombre de queues synclinales secondaires. Il va sans dire qu'on devrait observer l'inverse, si la zone d'Ivrée, prise dans son ensemble, était autre chose qu'un synclinal.

Ce n'est pas à dire pourtant que ce synclinal ne puisse être fort complexe, preuves en soient les lames de gneiss, assez nombreuses, qui affleurent localement au milieu des roches basiques. Au delà du massif tessinois, les axes s'abaissent de nouveau et les masses de l'Adula, du Tambo et de la Suretta représentent sans doute l'intersection des nappes piémontaises avec la surface topographique. La continuité du bord externe de la zone d'Ivrée permet d'affirmer que la masse de la Suretta, en partie au moins, représente la masse Sesia-Dent Blanche. Et de fait, on voit qu'au-dessus d'elle, comme au-dessus de la Dent Blanche, *la zone d'Ivrée se couche complètement vers le Nord.* Les grands phénomènes du Collon et de la Valpelline trouvent ainsi, dans les Grisons, une contre-épreuve géométrique tout à fait satisfaisante.

Cette partie couchée de la zone d'Ivrée supporte le vaste lambeau granitique de la Cima del Largo, avant-coureur des nappes orientales, ainsi que la masse du Julier et de la Bernina, dont M. Suess a récemment analysé les rapports (¹); c'est elle encore que l'on suit par le Septimer et l'Oberhalbstein, jusqu'à bien loin vers le Nord, et qu'on voit constamment s'enfoncer à l'Est sous l'amorce des nappes orientales. On en peut conclure à bon droit que le faisceau complexe des nappes orientales, si magistralement étudié par M. Termier, prend racine dans une région plus interne que la zone d'Ivrée.

C'est dans la zone du Strona que venait s'enraciner le prolongement, aujourd'hui détruit, des nappes orientales. Cette région de racines, soumise à une abrasion profonde, laisse aujourd'hui affleurer d'importants batholithes granitiques; on la suit des environs de Biella à travers le Tessin méridional et la Valteline, jusque vers Edolo, c'est-à-dire jusqu'à la région où M. Termier, en partant de données absolument différentes des nôtres (²), est arrivé également à situer la racine des nappes orientales.

Dans l'essai de carte structurale qui accompagne un de ses Mémoires (³), M. Termier fait passer hypothétiquement cette zone de racines au nord d'Ivrée, en plein territoire du gneiss Sesia. Plus à l'Est, la même teinte rouge s'étend à des territoires qui appartiennent, soit à la zone d'Ivrée,

---

(¹) E. Suess, *Ueber das Inntal bei Nauders* (*Sitzungsb. k. Akad. Wiss. Wien*, t. CXIV, I, p. 716 et suiv.).

(²) Termier, *Les Alpes entre le Brenner et la Valteline* (*Bulletin de la Société géologique de France*, 4ᵉ série, t. V, 1905).

(³) Termier, *Les nappes des Alpes orientales et la synthèse des Alpes* (*Bulletin de la Société géologique de France*, 4ᵉ série, t. III, Pl. XXIII).

soit à la zone du Strona. Les conséquences de cette hypothèse n'ont sans doute pas échappé à l'esprit perspicace de M. Termier et il convient de reconnaître qu'à l'époque où elle a reçu son expression graphique, cette conception était très défendable. Elle ne l'est plus aujourd'hui, depuis que des faits nouveaux ont permis de définir clairement le rôle tectonique des trois zones précitées. C'est bien dans la seule zone du Strona que passe le faisceau radical des nappes orientales.

GÉOLOGIE. — *Les sédiments à Diatomées de la région du Tchad.* Note de MM. **Paul Petit** et **H. Courtet**, présentée par M. A. Lacroix.

La mission scientifique Chari-Lac Tchad a recueilli dans la région du Tchad un certain nombre d'échantillons géologiques, dans le but de rechercher les organismes microscopiques qu'ils pouvaient contenir.

Cette étude a été confiée à M. Paul Petit et le résultat obtenu est le suivant en ce qui concerne ces organismes.

Les Diatomées ont été recherchées dans trois échantillons, elles y sont toutes fossiles, mais d'âge certainement récent, car elles appartiennent à des espèces d'eau douce dont le plus grand nombre vit encore actuellement dans d'autres régions. Les roches qui les contiennent sont donc bien des dépôts d'eau douce.

1° *Le calcaire provenant du puits d'Ardèbe* contient surtout des *Gomphonema*, des *Cymbella*, des *Epithemia*, et quelques espèces assez rares : *Cymbella Cucumis* A. S., *Navicula obtusa* Ehr. variété *lata*, *Navicula æquatorialis* A. S. (atlas, t. 50, *fig.* 45), *Eunotia gibbosa* (longueur 48$^{\mu}$) V. H. Syn. (*Pl. XXXV, fig.* 13).

Ardèbe est situé à 180^{km} à vol d'oiseau au sud-est du Tchad. Le calcaire a été recueilli dans un puits à 40^{m} de profondeur. La coupe de ce puits est la suivante :

40^{m}	7,00^{m}.	Terre noire mélangée de nombreux grains de sable.
	16,50.	Sable fin blanc jaunâtre.
	16,50.	Argile blanc verdâtre prenant parfois un aspect schistoïde.
	2,35.	Marne blanche. Calcaire à Diatomées en morceaux de la grosseur d'une noix.
	2,35.	Sable blanc très fin.
	2,35.	Sable grossier formé de quartz, quartzite, roche ferrugineuse, de la grosseur d'une noisette.
	47,05	

C'est un calcaire grossier qui contient une notable proportion de grains de quartz,

de feldspath (dont du microcline), de la biotite, du zircon et de la magnétite. L'origine de ces minéraux s'explique facilement puisqu'il existe à Ardèbe même un affleurement de granite.

2° Dans *le tuf calcaire de Mondo,* on trouve des *Cymbellées* en grand nombre et quelques valves du rare *Stephanodiscus Astræa* Ehr., mais surtout une espèce rare et curieuse, la *Surirella arcta* A. S. (atlas, t. 23, *fig.* 23), qui y est très abondante et forme le fond des préparations.

Cette belle espèce, fossile à Mondo, n'a encore été rencontrée jusqu'ici que dans Demerara River (Amérique du Nord) où elle existe actuellement à l'état vivant.

3° Le *tripoli de Mondo* est presque entièrement formé par plusieurs espèces de *Cyclotella,* de *Gaillonnella,* avec quelques *Cymbellées,* appartenant toutes à des Diatomées très connues et ubiquistes.

Le tuf calcaire de Mondo, d'aspect assez grossier, est une roche de surface et il en est de même du tripoli de Mondo. Quoique très éloignées de gisements granitiques, ces deux roches contiennent des grains de quartz et du feldspath dont du microcline, mais elles sont dépourvues de mica.

Mondo est situé à 105^{km} environ au nord-nord-est du Tchad. La distance à vol d'oiseau qui sépare Mondo d'Ardèbe est d'environ 200^{km}.

Notons en terminant que le calcaire d'Ardèbe contient 34 espèces ou variétés de Diatomées, le tuf calcaire de Mondo 32 espèces ou variétés; 18 espèces sont communes aux deux roches. Le tripoli ne renferme que 9 espèces. La liste de ces Diatomées sera publiée ultérieurement.

M. **Blot** adresse un Mémoire *Sur un turbino-moteur à vapeur.*

(Renvoi à l'examen de M. Maurice Levy.)

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 février 1906.

Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. *Décades zoologiques : Oiseaux;* n° 4. Hanoï, 1905; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Delage.)

Expédition antarctique française, commandée par le Dr J. Charcot, 1903-1905. S. l. n. d.; 1 fasc. in-12, oblong. (Hommage de M. J. Charcot.)

Phénomènes de réduction dans les organismes, par M. Emm. Pozzi-Escot. Paris, Jules Rousset, 1906; 1 fasc. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut; t. XVIII, livraison du 15 janvier 1906, n° 205. Paris, Librairie générale de l'Enseignement; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Station agricole de Boulogne-sur-Mer (Pêches et Biologie marine), publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par A. Cligny, Directeur; nouvelle série, vol. I, 1905. Boulogne-sur-Mer, 1905; 1 fasc. in-4°.

Revue maritime, publiée par le Ministère de la Marine; t. CLXIV, livraisons 520-522, janvier-mars 1905. Paris, R. Chapelot et Cie; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris : Comptes rendus des séances; t. LI, n° 1. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; 105e année, t. CVIII, n° 1, 31 janvier 1906. Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-4°.

Sulle reti di poliedri regolari e semiregolari e sulle corrispondenti reti correlative; Memoria del Dott. Angelo Andreini. Rome, imp. de la R. Accademia dei Lincei, 1905; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

O eclipse total do Sol, no dia 30 de agosto de 1905. *Observações feitas pelas commissões das Academias scientificas dos collegios de S. Fiel e Campolide.* Lisbonne, 1905; 1 fasc. in-8°.

Recherches géologiques et pétrographiques sur les laccolithes des environs de Piatigorsk (Caucase du Nord), par Vera de Derwies; avec 12 fig. et 3 pl. Genève, Henry Kündig, 1905; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 février 1906.

Leçons d'Algèbre et d'Analyse à l'usage des élèves des classes de Mathématiques spéciales, par Jules Tannery; t. I et II. Paris, Gauthier-Villars, 1906; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Painlevé.)

Pantosynthèse, Isanolyse : Résolution générale des équations, par L. Mirinny; avec une planche hors texte. Paris, imp. Marquet, 1905; 1 fasc. in-18. (Hommage de l'auteur.)

Le Chili de nos jours, son commerce, sa production et ses ressources : Annuaire national, 2e année, 1905-1906, par Adolfo Ortuzar. Paris, P. Mouillot; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Archives de l'Institut Pasteur de Tunis; 1er fascicule, janvier 1906. Tunis, J. Orliac; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen; 40e année, 4e série, 1er et 2e semestre 1904. Rouen, imp. Lecerf et fils, 1905; 1 vol. in-8°.

Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, année 1904-1905. Paris, Gauthier-Villars; 1 vol. in-8°.

Table générale des matières des publications de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, de 1850 *à* 1900, dressée par J. Chaine et A. Richard. Bordeaux, imp. G. Gounouilhou, 1905; 1 vol. in-8°.

Bericht über die Feier des 80 *Geburtstages von Julius Kühn,* herausgegeben im Auftrage des Festausschlusses, von Carl Steinbrück. Halle-s.-S., 1906; 1 fasc. in-8°.

Generalleutnant Dr Oscar Schreiber, von R. Helmert. Leipzig, 1905; 1 fasc. in-8°.

Wissenschaftliches Arbeiten auf schiffbautechnischen Gebieten; Rede zur Feier der Geburtstages Seiner Majestät des Kaisers und Königs Wilhelm II, in der Halle der Königlichen technischen Hochschule zu Berlin, am 26 Januar 1906 gehalten von dem zeitigen Rektor Flamm. Berlin; 1 fasc. in-4°.

The chemistry of flesh, by A.-D. Emmett and H.-S. Grindley. (Extr. de *The journal of the American chemical Society,* vol. XXVIII, n° 1, january 1906.) 1 fasc. in-8°.

Die Deckung der Bedarfs an Manganerzen, von Wilhelm Venator. (Extr. de *Stahl und Eisen*, 1906, n° 2.) 1 fasc. in-4°.

United States geological Survey : Bulletin, nos 247, 251, 256, 263, 266-268, 270, 271, 276; *Professional Paper,* nos 34, 36-38, 40-42. Washington, Government printing Office, 1904-1905; 10 fasc. in-8° et 7 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 mars 1906.

Table de caractéristiques relatives à la base 2310 *des facteurs premiers d'un nombre inférieur à* 30030, par Ernest Lebon. Paris, Delalain frères, 1906; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Rouché.)

M. Zeiller présente en hommage, au nom de M. L. Laurent, les Ouvrages suivants :

— *Examen d'une collection de Végétaux fossiles de Roumanie;* par A.-F. Marion et L. Laurent. Bucarest, 1898; 1 fasc. in-8°.

— *Flore des calcaires de Célas,* par L. Laurent. Marseille, 1899; 1 fasc. in-4°.

— *Sur quelques gisements nouveaux de Végétaux tertiaires dans le sud-est de la Provence,* par Adrien Guébhard et Louis Laurent. Paris, 1900; 1 fasc. in-8°.

— *Note à propos de quelques plantes fossiles du Tonkin,* par M. L. Laurent. Marseille, 1901; 1 fasc. in-4°.

— *Note à propos de quelques empreintes fossiles de la collection Segond,* par M. L. LAURENT. Draguignan, 1902; 1 fasc. in-8°.

— *Contribution à l'étude de la végétation du sud-est de la France. Flore de la basse vallée de l'Huveaune pendant le dépôt des Argiles de Marseille,* par M. L. LAURENT. Marseille, 1903; 1 fasc. in-4°.

— *Contribution à la Flore des Cinérites du Cantal. Note à propos d'un nouveau genre japonais dans la Flore tertiaire d'Europe,* par M. L. LAURENT. Marseille, 1904; 1 fasc. in-4°.

— *Flore pliocène des Cinérites du Pas-de-la-Mougudo et de Saint-Vincent-La Sabie (Cantal),* par L. LAURENT, avec une *Introduction géologique et paléontologique,* par P. MARTY. Marseille, 1904-1905; 2 vol. in-4°.

— *Contribution à la Flore des Cinérites plaisanciennes du Pas-de-la-Mougudo (Cantal),* par M. L. LAURENT. Marseille, 1905; 1 fasc. in-4°.

Tetano e acido fenico, per GUIDO BACCELLI. Rome, 1905; 1 fasc. in-4°. (Hommage de M. Baccelli, Correspondant de l'Institut.)

United States geological Survey. Water-supply and irrigation paper; n^os **123, 125, 127, 130, 131, 134-147, 149, 151, 152.** Washington, 1905; 24 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 26 février 1906.)

Note de M. *Banachiewicz,* Sur un cas particulier du problème des *n* corps :

Page 510, ligne 5 en remontant, *au lieu de* Banachiewitz, *lisez* Banachiewicz.
Page 511, ligne 5, *au lieu de* triangles, *lisez* triangle.
Page 512, lignes 8 et 10, *au lieu de* G_ξ, *lisez* $G\xi$.
Même page, ligne 1 en remontant, *au lieu de* DRIOBEK, *lisez* DZIOBEK.

(Séance du 5 mars 1906.)

Note de M. *H. Baubigny,* Sur le dosage du cadmium :

Page 579, ligne 2, *au lieu de* le peu d'oxydabilité du sulfate de cadmium, *lisez* le peu d'oxydabilité du sulfure de cadmium.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 MARS 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations de nébuleuses.* Note de M. **Bigourdan.**

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un fascicule de mes observations de nébuleuses, celui qui renferme les mesures de ces astres distribués entre $0^h 0^m$ et $2^h 0^m$ d'ascension droite.

Ces observations, commencées en 1884, ont toujours été continuées depuis; mais leur publication n'a pu se faire méthodiquement, à cause de la très inégale répartition des nébuleuses. Elles formeront cinq Volumes, dont deux, les Tomes IV et V ($14^h 0^m$-$24^h 0^m$), ont déjà paru; le présent fascicule forme la seconde Partie du Tome I; quant à la première Partie de ce Tome I, elle comprendra l'Introduction, renfermant la description de l'instrument employé, la méthode de mesure et les constantes qui auront servi aux réductions, de manière que tous les calculs puissent être vérifiés.

Prochainement paraîtra aussi le Tome II ($2^h 0^m$-$9^h 0^m$). Ensuite, il ne restera donc à publier, outre l'Introduction, que le Tome III, correspondant aux ascensions droites $9^h 0^m$-$14^h 0^m$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la distillation du titane et sur la température du Soleil.* Note de M. **Henri Moissan.**

Dans des recherches précédentes, nous avons démontré que, dans notre four électrique, l'or, le cuivre et les métaux de la famille du platine dis-

tillaient avec une grande facilité, que, de même, les métaux de la famille du fer, bien qu'il fût nécessaire d'augmenter l'intensité du courant, pouvaient tous être maintenus pendant un temps plus au moins long à leur température d'ébullition. Parmi ces derniers, le molybdène et le tungstène ont exigé une intensité électrique très grande, mais ils ont pu cependant être régulièrement distillés. En un mot, il n'existe pas de métal qui ne puisse être liquéfié et distillé.

Nous avons établi depuis longtemps que, parmi les métalloïdes réfractaires, le bore et le carbone, chauffés à la haute température du four électrique et à la pression atmosphérique, passaient de l'état solide à l'état gazeux sans prendre l'état liquide. Au contraire, parmi les métalloïdes, le titane, que nous avons pu préparer au four électrique ([1]), prend, à cette haute température, l'état liquide. Nous avons démontré que, préparé par cette méthode nouvelle, le titane renfermait encore un minimum de 2 pour 100 de carbone.

Volatilisation du titane. — Nous avons utilisé, dans ces expériences, le dispositif décrit antérieurement et sur lequel nous ne reviendrons pas. 500^g d'une fonte de titane, préparés au four électrique et renfermant 3,2 pour 100 de carbone, ont été chauffés au four électrique avec un courant de 500 ampères sous 110 volts pendant 5 minutes. Le titane ne fournit de vapeur qu'à partir de la quatrième minute. Après l'expérience, le creuset renferme une masse dont la partie supérieure a été nettement fondue, mais qui n'a pas conservé l'horizontalité d'une surface liquide. Le carbure de titane fondu avait grimpé le long des parois du creuset sous forme d'une masse pâteuse qui tendait à retomber au milieu du creuset. La surface de ce carbure présente une couleur jaunâtre et est recouverte d'une couche fondue d'acide titanique. Au-dessous, la cassure laisse voir le carbure d'aspect brillant et les fragments qui se trouvent au fond du creuset sont soudés les uns aux autres et incomplètement fondus. D'après le poids de la fonte de titane qui reste dans le creuset, et d'après la quantité de carbone qu'elle contient, nous n'avons distillé que 9^g de ce métalloïde.

Tout autour du creuset et sur la chaux du four, on rencontre un abondant dépôt jaune d'un azoture de titane. La même substance va se trouver aussi sur les électrodes. La chaux, qui a été fondue à l'intérieur du four, est colorée en jaune beaucoup plus clair.

([1]) H. Moissan, *Préparation et propriétés du titane* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. IX, 1896, p. 229).

Sur le tube froid, on trouve un dépôt brillant d'apparence métallique reproduisant exactement la forme du tube et mélangé, çà et là, de chaux plus ou moins colorée en jaune pâle. L'examen de cette matière, au microscope, surtout lorsqu'elle est fortement éclairée par un rayon de soleil, montre qu'elle est formée de très petits cristaux de titane, de cristaux jaunes d'azoture et de chaux soit amorphe, soit cristallisée. Sur les parties du tube, voisines des orifices du four, on rencontre aussi de petits cristaux bleus de protoxyde de titane. La formation d'azoture de titane ne doit pas nous surprendre étant donnée la facilité avec laquelle le titane fixe ce métalloïde. On sait en effet qu'une des grandes difficultés de la préparation du titane consiste dans sa puissante affinité pour l'azote et pour l'oxygène. A côté de ces lames minces de titane, on rencontre aussi de petites sphères de ce corps simple qui sont, le plus souvent, recouvertes d'une couche de chaux. En les traitant par l'acide acétique étendu, on voit que ces sphérules sont parfois hérissées de petits cristaux.

Nous avons répété l'expérience précédente avec 150^g de titane carburé dans les mêmes conditions de temps et de courant. Nous avons obtenu une distillation de 11^g de titane, ce qui est comparable à l'expérience précédente. Une autre expérience, d'une durée de 6 minutes, nous a donné une volatilisation de 17^g.

Pour obtenir une distillation abondante, nous avons employé un courant plus intense. 300^g de titane ont été chauffés pendant 7 minutes avec un courant de 1000 ampères sous 55 volts. Les vapeurs apparaissent après 3 minutes et elles sont abondantes à la cinquième minute. Le tube froid a été recouvert d'une croûte épaisse formée de chaux et de titane distillés. Les fragments de titane, placés dans le creuset, ont été complètement fondus, mais la masse du carbure, après refroidissement, présente encore une surface qui n'est pas horizontale comme pourrait la fournir une masse pâteuse de verre soulevée par de grosses bulles de vapeurs. Dans cette expérience, nous avons distillé 110^g de titane.

Le mélange de titane et de chaux, condensé sur le tube froid, a été traité par l'acide acétique étendu pendant 48 heures, de façon à dissoudre la presque totalité de la chaux. Ce titane s'attaque lentement par l'acide chlorhydrique concentré et bouillant. De même, l'acide azotique et l'acide sulfurique à chaud ne l'attaquent qu'avec difficulté. Ce titane se combine au chlore à la température de 340°, tandis que la fonte de titane, réduite en poudre très fine, devient incandescente dans le chlore à + 350°. Le titane distillé brûle dans l'oxygène au rouge sombre. L'ensemble de ces

propriétés est donc comparable à celui que nous a fourni la fonte de titane.

Conclusions. — En résumé, bien que son point d'ébullition soit très élevé, le titane, de même que le fer, l'uranium, le tungstène et le molybdène, peut être distillé avec régularité.

Cet ensemble d'expériences sur la distillation des métalloïdes et des métaux nous conduit à une conclusion plus importante.

On sait quelles difficultés présente la détermination de la température de la surface solaire et combien les astronomes et les physiciens sont peu d'accord sur ce sujet.

Après que Waterston, le P. Secchi, Ericsson eurent indiqué des températures qui parurent illogiques, les expériences de Pouillet, de Soret, de Desains, puis la discussion de Vicaire, fixèrent cette température du Soleil de 1398° à 1700°C. Les déterminations de la constante solaire de M. Crova s'ajoutèrent à celles de Pouillet, puis les expériences poursuivies par notre confrère M. Violle vinrent apporter sur ce point de nouvelles conclusions.

Par deux méthodes différentes, M. Violle fut amené à conclure que la température moyenne probable de la surface solaire était comprise entre 2000° et 3000° C. [1].

Plus récemment, M. W.-L. Wilson vient de publier des recherches sur ce sujet. En appliquant à ses déterminations le coefficient de transmission de Langley, lorsque le Soleil est au zénith et en le comparant à celui de Rosetti, la température de la surface solaire serait de 6085° absolus. En admettant aussi que la perte due à l'absorption par l'atmosphère solaire fût de un tiers, la température du Soleil serait de 6863° absolus [2].

Sans avoir la prétention de résoudre une question aussi difficile, nos expériences y apportent cependant une modeste contribution.

Quelle que soit la forme extérieure de la partie visible du Soleil, nous savons que cet astre est formé des mêmes corps simples que la Terre ou plutôt que la plupart des corps simples qui se trouvent sur la surface terrestre se rencontrent aussi dans le Soleil. D'après les recherches spectroscopiques de Thalen, de Cornu, d'Hasselberg, le titane existe dans le Soleil de même que le fer, le chrome, le manganèse et le tungstène. Il est bien vraisemblable que le Soleil, à cause même de la grande quantité de chaleur

---

(1) VIOLLE, *Comptes rendus*, t. LXXVIII, 1874, p. 1425 et 1816; t. LXXIX, 1874, p. 746; t. LXXXII, 1876, p. 662, 729 et 896.

(2) WILSON, *The effective temperature of the Sun* (*Proceedings of the Royal Society*, t. LXIX, 1902, p. 312).

qu'il rayonne, ne peut être formé seulement de matières gazeuses et qu'il doit contenir un noyau solide ou liquide [1]. Nous venons d'amener à l'état gazeux, au moyen de l'arc électrique, tous les corps simples ou composés que l'on peut obtenir à la surface de la Terre. Or, la température maximum de l'arc électrique a été mesurée par M. Violle et reconnue voisine de 3500°. A cette température, tous les corps connus sont donc gazeux et, par suite, la température du Soleil ne devrait pas s'élever au-dessus de 3500°. Mais, nos expériences ayant été faites à la pression atmosphérique, il va de soi que des pressions plus grandes pourront modifier les phénomènes d'ébullition des différents corps simples ou composés. Seulement, ces températures seront loin d'atteindre les chiffres beaucoup trop élevés indiqués autrefois et elles oscilleront vraisemblablement entre le chiffre de M. Wilson, 6590°C., et ceux de M. Violle compris entre 2000° et 3000°C. en se rapprochant vraisemblablement de ces derniers.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Benzyl- et phénylbornéols et leurs produits de déshydratation, les benzyl- et phénylcamphènes.* Note de MM. **A. Haller** et **E. Bauer.**

On sait que les bornéols et isobornéols fournissent, par déshydratation, des camphènes qui, traités par de l'acide acétique ou de l'acide formique, seuls ou en présence d'acide sulfurique, donnent naissance à des éthers sels d'isobornéols.

Les recherches présentes ont eu pour but de préparer les benzylbornéols secondaires et les benzyl- et phénylbornéols tertiaires, ainsi que leurs produits de déshydratation, les benzyl- et phénylcamphènes.

Les *benzylbornéols secondaires* sont des produits de réduction du benzylcamphre. Ils seront représentés par la formule

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH - CH^2 - C^6H^5\\ |\\ CHOH\end{array}\right. .$$

Quant aux benzyl- et phénylbornéols tertiaires, leur mode de formation au moyen des composés organomagnésiens du chlorure de benzyle et du

[1] Birkeland, *Sur la constitution physique du Soleil* (*Congrès international de Physique de Paris*, t. III, 1900, p. 471).

bromure de phényle, et la facilité avec laquelle ils se déshydratent leur assignent les formules suivantes :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2\\ | \\ C\left\langle\begin{array}{l}CH^2.C^6H^5\\ OH\end{array}\right.\end{array}\right., \qquad C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2\\ | \\ C\left\langle\begin{array}{l}C^6H^5\\ OH\end{array}\right.\end{array}\right..$$

Il en résulte que les produits de déshydratation des deux séries d'alcools substitués secondaires et tertiaires seront, les premiers, des *benzylcamphènes* α, si nous conservons au groupement CH^2 du camphre la dénomination α, tandis que les seconds s'appelleront des *benzyl-* et *phénylcamphènes* β, si nous désignons le carbone du radical CO du camphre par la lettre β.

$$\underbrace{C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C - CH^2C^6H^5\\ \| \\ CH\end{array}\right.}_{\text{Benzylcamphène } \alpha.}, \qquad \underbrace{C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH\\ \| \\ C - CH^2C^6H^5\end{array}\right.}_{\text{Benzylcamphène } \beta.} \quad \text{ou} \quad C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2\\ | \\ C = CH.C^6H^5\end{array}\right..$$

Benzylbornéols secondaires α : $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH.CH^2C^6H^5\\ | \\ CHOH\end{array}\right.$. — La réduction du benzylcamphre se fait au sein de l'alcool absolu et avec un grand excès de sodium (3 à 4 fois la quantité théorique), de façon à éviter la présence du produit primitif qu'il serait très difficile de séparer. Au lieu du benzylcamphre, on peut partir directement du benzylidènecamphre, à la condition de reprendre la réduction à trois ou quatre reprises.

Dans les deux cas les rendements sont quantitatifs.

Après avoir lavé à l'eau et desséché le produit, on le rectifie dans le vide et l'on obtient une huile très visqueuse, passant de 179° à 181° sous 13mm.

Sa densité $D_4^{18} = 1,1325$ et son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +26°10'$.

La *phényluréthane* cristallise en croûtes blanches, au sein d'un mélange d'éther et d'éther de pétrole, et fond à 116°-118°. Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -21°17'$.

Le phtalate acide du benzylbornéol α : $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH\,CH^2C^6H^5\\ | \\ CH\,O\,CO\,C^6H^4 - CO^2H\end{array}\right.$, préparé en chauffant l'alcool benzylé à 200°, avec de l'anhydride phtalique, et isolé par les procédés usuels, se présente sous la forme de cristaux fondant à 146° et dont le pouvoir rotatoire en solution alcoolique $[\alpha]_D = +46°8'$.

Saponifié par la potasse, ce phtalate fournit du benzylbornéol dont le pouvoir rotatoire est sensiblement supérieur à celui du benzylbornéol primitif.

Benzylcamphène α : $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CHCH^2C^6H^5\\ \| \\ CH\end{array}\right.$. — La déshydratation du benzyl-

bornéol secondaire a été effectuée de différentes manières. Elle se produit d'abord dans le traitement du benzylbornéol par de l'anhydride phtalique. La liqueur éthérée de laquelle on a retiré, au moyen de la potasse et puis de l'eau, les sels de soude des acides phtalique et benzylbornéolphtalique retient des quantités notables d'un carbure distillant à 170°-171° sous 20^{mm}, et qui présente la composition du benzylcamphène.

D'autre part, quand on traite à froid le benzylbornéol par de l'acide formique anhydre, on obtient d'abord des cristaux très instables, et à la température de l'ébullition du mélange, il se produit une déshydratation partielle. On peut, en effet, recueillir par distillation fractionnée un liquide bouillant à 160°-161° sous 10^{mm} et qui a la composition du benzylcamphène. Les autres portions, soumises à la saponification, ont fourni un produit qui se combine de nouveau à l'acide phtalique pour donner naissance à un phtalate acide de benzylbornéol.

On a enfin cherché à déshydrater le benzylbornéol α au moyen de l'acide pyruvique, à une température de 130°-140°. L'opération a fourni une portion de liquide distillant de 157° à 160° sous 10^{mm}, liquide qui était encore constitué par du benzylcamphène α.

On a isolé en outre une partie, distillant dans le vide au-dessus de 200°, sans doute formée par du pyruvate de benzylbornéol, mais qui n'a toutefois pas donné de semicarbazone. Ce pyruvate, saponifié par de la potasse alcoolique, a permis de régénérer du benzylbornéol.

La manière dont se comporte cet alcool vis-à-vis des acides formique et acétique, ainsi que vis-à-vis de l'anhydride phtalique, tous composés qui agissent, à des degrés divers, comme déshydratants, prouve nettement que le benzylbornéol est un mélange de benzylbornéol droit et de son stéréoisomère le benzylisobornéol.

Ces deux corps présentent donc l'un vis-à-vis de l'autre les mêmes rapports que le bornéol ordinaire et l'isobornéol. Or on sait que l'isobornéol se déshydrate très facilement sous l'influence des acides formique et pyruvique (Bouveault et Blanc), tandis que le bornéol s'éthérifie dans ces conditions, pour donner naissance à du formiate et à du pyruvate de camphol.

Nous croyons donc devoir conclure que les benzylcamphènes α obtenus dans les différentes opérations que nous venons d'énumérer, ont surtout été formés aux dépens du benzylisobornéol. Suivant leur origine, ils ont d'ailleurs un pouvoir rotatoire différent.

Carbure obtenu avec l'anhydride phtalique.......	$[\alpha]_D = +8°20'$
» préparé avec l'acide formique...........	$[\alpha]_D = +5°20'$
» obtenu avec l'acide pyruvique..........	$[\alpha]_D = +1°25'$

β-Benzylbornéol tertiaire $C^8H^{14}\langle \begin{smallmatrix} CH^2 \\ | \\ C \langle \begin{smallmatrix} CH^2C^6H^5 \\ OH \end{smallmatrix} \end{smallmatrix}$. — A une solution éthérée de bromure de phénylmagnésium, préparé d'après les procédés usuels, on ajoute les trois quarts de la quantité théorique de camphre dissous dans l'éther et l'on chauffe le mélange dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant. Au bout de 6 à 8 heures d'ébullition, on décompose le produit par de l'eau acidulée, on décante, on lave la liqueur éthérée avec une solution de carbonate de soude et l'on distille l'éther. Le résidu est ensuite soumis à un fractionnement dans le vide. Jusqu'à 110°-115° sous 10^{mm}, il passe principalement du camphre. De 120° à 150° on recueille une petite quantité de liquide qui se prend en masse et qui est constitué par du dibenzyle.

Le benzylbornéol tertiaire distille enfin de 165° à 175°, sous la même pression. Une seconde rectification le fournit à l'état pur sous la forme d'une huile passant de 169° à 170° sous la pression de 10^{mm} à 11^{mm}.

En solution dans l'alcool absolu, ce composé possède le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -12°,0$.

Il ne se combine pas avec l'isocyanate de phényle.

Il se dissout dans l'acide formique anhydre en donnant un liquide qui ne tarde pas à se prendre en une masse cristalline. Essorés et placés sous une cloche contenant de l'acide sulfurique et de la potasse solide, ces cristaux se liquéfient rapidement.

β-Benzylcamphène $C^8H^{14}\langle \begin{smallmatrix} CH \\ \| \\ C - CH^2 - C^6H^5 \end{smallmatrix}$. — Cet isomère de l'α-benzylcamphène se prépare facilement en déshydratant à chaud le benzylbornéol tertiaire, soit avec de l'acide pyruvique, soit avec de l'acide formique anhydre, soit enfin avec de l'anhydride phtalique.

Le benzylcamphène distille entre 150° et 161° sous 11^{mm}, et cristallise au sein de la glace en aiguilles blanches fusibles à 24° et possédant en solution alcoolique le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -60°\text{-}44°$.

Traité par une solution acétique d'acide bromhydrique, le benzylcamphène-β fournit un produit d'addition qui se dépose, au bout de quelques semaines, sous la forme de cristaux blancs fondant à 63°-64°.

Ce carbure se combine également au brome en donnant une huile jaune incristallisable qui dégage de l'acide bromhydrique.

Une solution de permanganate de potasse oxyde à froid le β-benzylcamphène dissous dans l'acétone, en acides benzoïque et camphorique.

Le β-benzylcamphène fondant à 24° n'est pas le seul carbure qui se forme dans la déshydratation du benzylbornéol tertiaire. Nous avons, en

effet, séparé des cristaux une huile qui paraît être un isomère liquide encore mélangé du produit solide.

Il est probable que l'un de ces deux composés répond à la formule (I) et le second à la formule de constitution (II)

$$\text{(I)}\quad C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH\\ \Vert\\ C - CH^2C^6H^5,\end{array}\right. \qquad \text{(II)}\quad C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2\\ \vert\\ C = CH.C^6H^5.\end{array}\right.$$

Le premier serait du β-benzylcamphène, tandis que le second pourrait être considéré comme du benzylidène hydrocamphène.

Phénylbornéol tertiaire $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2\\ \vert\\ C\left\langle\begin{array}{l}C^6H^5\\ OH\end{array}\right.\end{array}\right.$. — Préparé comme le benzylbornéol tertiaire, ce composé se présente d'abord sous la forme d'une huile distillant entre 157°-158° sous 12^{mm}, huile qui ne tarde pas à se prendre en une masse de cristaux fondant à 40°-41°.

Les rendements en alcool sont environ de 25 à 30 pour 100 de la théorie, la majeure partie du camphre se trouvant régénérée à la fin de l'opération.

β-*Phénylcamphène* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2\\ \Vert\\ C - C^6H^5\end{array}\right.$. — Ce carbure s'obtient quantitativement quand on chauffe le phénylbornéol tertiaire avec de l'acide pyruvique.

Il constitue un liquide huileux distillant à 138°-141° sous une pression de 10^{mm}. Sa densité $D_{11}^{18} = 0,9736$ et son pouvoir rotatoire $[\alpha] = +7°15'$.

Nous nous proposons de continuer l'étude de ces dérivés du camphre.

MINÉRALOGIE. — *Sur les facies de variation de certaines syénites néphéliniques des îles de Los.* Note de M. **A. Lacroix.**

J'ai appelé récemment l'attention de l'Académie [1] sur les syénites néphéliniques constituant les îles de Los. Depuis lors, M. Villiaume a bien voulu effectuer des recherches méthodiques dans ce petit archipel, afin de recueillir de nouvelles collections, ainsi que les renseignements qui m'étaient nécessaires. L'étude de ces documents me permet de mon-

[1] *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 984. Une partie des roches étudiées dans cette première Note m'ont été obligeamment envoyées par M. Dufossé.

trer l'existence dans ces îles de minéraux (¹) et de types pétrographiques fort rares, qui se prêtent à quelques déductions théoriques. Il apparaît tout d'abord que les pegmatites y constituent moins souvent de véritables filons que des taches, des traînées, des veines irrégulières, produites par l'exagération locale des dimensions des éléments habituels des syénites néphéliniques et par l'apparition de quelques minéraux spéciaux; ainsi s'explique l'analogie de composition minéralogique, que j'ai signalée antérieurement, entre les roches normales et les pegmatites provenant d'une même localité.

L'étude détaillée de cette série pétrographique devant faire l'objet d'un Mémoire étendu, je ne m'occuperai dans cette Note que des *facies de variation* des roches de l'île de Ruma qui ont une importance théorique toute spéciale.

Le type normal est une syénite néphélinique (²), leucocrate, qui doit son cachet spécial à ce que la låvénite, l'astrophyllite, l'ægyrine et souvent l'arfvedsonite y existent à peu près en égale quantité. La structure est foyaitique; la néphéline et la sodalite remplissent les intervalles des feldspaths alcalins, mais elles sont parfois en partie remplacées par de l'*eudialyte* rouge. Ce minéral, rencontré jusqu'à ce jour dans un si petit nombre de gisements, forme des plages zonées ou à structure irrégulière, de signe optique alternativement inverse, réunies par une bande isotrope par compensation. Quand le minéral est coloré en lames minces, il est d'un rose fleur de pêcher et alors extrêmement pléochroïque, avec maximum suivant l'axe c, quel

---

(¹) Parmi les minéraux rares de ces roches, je ne citerai ici que la *wöhlérite*, parce qu'elle n'est guère connue jusqu'à présent que dans le Langesundfjord; elle se rencontre en fort petits cristaux dans les pegmatites à barkévicite de l'île de Tamara. Sa détermination a été rendue possible, grâce à une propriété optique sur laquelle je crois bon d'appeler l'attention à cause de la difficulté de spécification de ce siliconiobate. La wöhlérite présente cette macle, parallèle à la face d'aplatissement $h^1(100)$, si fréquente dans les silicates monocliniques. Le plan des axes optiques étant normal à $g^1(010)$ et la bissectrice aiguë négative faisant dans cette face un angle d'environ 45° avec l'axe vertical, on voit qu'une section perpendiculaire à la bissectrice aiguë de l'un des individus de la macle est conjuguée à une section du second cristal, sensiblement parallèle au plan des axes optiques. Les sections de ce genre se reconnaissent aisément dans les coupes minces de roches, grâce à la différence de biréfringence ($n_g - n_m = 0{,}010$ et $n_g - n_p = 0{,}026$) des deux composants, dont l'extinction se fait suivant la ligne de macle (zone de symétrie).

(²) C'est la syénite néphélinique à ægyrine de ma première Note.

que soit le signe optique; cette coloration est rarement uniforme, elle affecte la forme de taches, soit sur les bords, soit autour d'inclusions (auréoles pléochroïques). L'eudialyte est fréquemment transformée en un autre silicate, plus riche en zircone, la *catapléite*, selon le mode déjà observé par M. Ussing dans les roches similaires du Groenland et par moi-même dans celles de Madagascar. La catapléite incolore est dans certains échantillons accompagnée de *fluorine* violette.

La syénite néphélinique est très hétérogène; indépendamment de parties pegmatiques ou à grains fins de même composition, on y rencontre en effet avec abondance deux catégories de facies de variation, qui ne peuvent s'expliquer que par des phénomènes de différenciation. Les uns consistent en taches ou traînées irrégulières passant insensiblement au type moyen, les autres constituent des amas à contours très distincts qui montrent à l'occasion une structure concentrique.

Facies de variation à contours indistincts. — Deux cas se présentent. Le plus fréquent consiste en une roche à grain serré et de couleur un peu plus foncée que le type normal. Les feldspaths y sont plus aplatis; ils ressemblent à de grands microlites que moulent ou enveloppent ophitiquement ou poecilitiquement l'ægyrine, l'arfvedsonite, l'astrophyllite et la låvénite; la fluorine incolore abonde, la *galène* a été observée plusieurs fois. Cette roche offre la plus grande analogie de structure avec celle qui constitue des filons minces dans les syénites des îles Tamara et Kassa.

Le facies de variation le plus remarquable est de nature différente; le grain et la proportion des éléments colorés sont ceux du type normal, mais le caractère distinctif réside dans la très grande abondance de la sodalite, d'un jaune de miel, possédant des clivages dodécaédriques lamelleux.

Facies de variation à contours distincts. — Sur la côte nord de l'île se rencontre, au milieu de la syénite normale, une traînée mesurant $20^m \times 2^m \times 0^m,15$, et présentant une structure singulière. La partie centrale est constituée par une roche rubanée ou schisteuse, devant sa couleur, d'un vert presque noir, à d'innombrables aiguilles d'ægyrine, sur lesquelles se détachent des lames d'astrophyllite et çà et là des taches d'*eudialyte* d'un rouge foncé. Par places, la roche perd son rubanement et devient porphyroïde, grâce à l'abondance de gros cristaux de néphéline d'un jaune rosé et parfois d'énormes cristaux d'arfvedsonite. La structure intime, ainsi que la composition minéralogique de ces roches riches en ægyrine, sont celles d'un type rare de syénite néphélinique, la *lujavrite*,

qui n'a été trouvée jusqu'ici que dans la presqu'île de Kola et au Groenland.

A l'inverse de ce qui se passe dans les syénites normales de Ruma, l'ægyrine y est toujours automorphe et aciculaire, et elle est englobée par les feldspaths et la néphéline. Les feldspaths dominent dans les parties à éléments fins, la néphéline dans les variétés porphyroïdes, qui renferment, en outre, de la sodalite, généralement transformée en mésotype. L'eudialyte est toujours xénomorphe, elle englobe ophitiquement les autres éléments de la roche; elle est très inégalement répartie, elle peut constituer plus de 20 pour 100 de la syénite et abonde surtout quand la néphéline est rare; elle présente des pseudomorphoses en catapléite.

Ces divers types de lujavrite sont séparés de la syénite normale par une zone de pegmatite hololeucocrate à grands éléments, essentiellement constituée par des lames feldspathiques aplaties et palmées, avec çà et là d'énormes cristaux de néphéline verdâtre et quelques rares aiguilles ou lamelles des minéraux colorés habituels.

Les analyses suivantes ont été effectuées par M. Pisani : *a*, pegmatite très feldspathique; *b*, type normal à grains fins; *c*, id. à plus gros éléments; *d*, lujavrite à grosses néphélines; *e*, lujavrite schisteuse à eudialyte; *f*, syénite riche en sodalite.

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*	*f.*
SiO^2	61,81	56,10	55,15	54,75	57,95	48,10
Al^2O^3	19,20	21,80	20,50	19,90	13,80	24,20
Fe^2O^3	0,73	2,26	1,84	4,00	5,72	1,11
FeO	1,64	0,87	1,73	1,64	1,73	2,47
MnO	0,05	0,58	0,59	0,72	2,76	0,48
MgO	0,52	0,83	0,55	0,52	0,53	0,51
CaO	0,20	0,88	0,55	0,18	1,43	0,45
Na^2O	7,90	9,85	11,00	11,30	8,95	15,20
K^2O	6,75	4,35	4,91	2,82	2,71	3,00
H^2O	1,00	1,66	2,25	3,38	1,71	1,20
Cl	0,54	0,45	0,49	»	0,17	2,80
TiO^2	0,06	0,21	0,34	0,35	0,55	0,13
ZrO^2	tr.	0,31	n. d.	0,26	1,57	traces
	100,30	100,15	100,15	99,82	99,58	99,45

Les caractéristiques chimiques communes à toutes ces roches consistent dans leur richesse en alcalis, avec prédominance de la soude, dans leur pauvreté en chaux et en magnésie, dans la présence constante et la teneur parfois élevée en zircone et en manganèse. Sauf une exception, *f*, les variations de la silice sont faibles; le type le plus foncé est plus siliceux

que le type moyen, pauvre en minéraux colorés. Le pourcentage en alumine varie en sens inverse dans les deux termes les plus différenciés *e* et *f*; la lujavrite est plus riche en fer, en manganèse, en chaux et en zircone, ce qui entraîne la production abondante d'ægyrine et d'eudialyte, tandis que la roche à sodalite se distingue par sa richesse en soude et sa faiblesse en silice.

La considération des paramètres magmatiques (Michel Lévy) permet de serrer de plus près l'air de famille de ces roches : Φ varie de 0,88 (*f*) à 1,42 (*b*); $\Psi > 4$. Sauf dans *c*, la chaux n'est pas feldspathisée par suite de la présence d'un excès de soude, enfin le rapport (*r*) de la potasse à la soude oscille entre 0,2 (*f*) et 0,8 (*a*).

Dans la classification chimico-minéralogique quantitative, les quatre premières roches appartiennent au même ordre (6e), au même rang (1er), au même subrang (4e); *a* et *b* d'une part, *c* et *d* d'une autre, se distinguent les unes des autres par la teneur en éléments ferrugineux virtuels, plaçant les deux premières dans la première classe (*miaskose*) et les autres dans la seconde (*laurdalose*). Le type le plus mésocrate de lujavrite (*e*) s'en distingue par sa pauvreté en néphéline, qui le rattache au quatrième ordre (*pantellerose*). Enfin, la syénite, riche en sodalite, prend une place qui n'est encore occupée par aucune roche connue (I.8, I.5); elle est dans la première classe l'équivalent de la *tavite* dans la troisième.

Le grand intérêt de l'étude des roches à néphéline réside dans la multiplicité des types pétrographiques qu'elles présentent, types qui s'associent souvent d'une façon différente dans des régions distinctes en contribuant ainsi à constituer l'air de famille caractéristique de la province pétrographique. Plus ces types sont spéciaux, et plus il est remarquable de les rencontrer associés et unis par les mêmes relations dans des régions éloignées les unes des autres : aussi, à ce point de vue, une comparaison s'impose-t-elle entre les roches qui nous occupent et celles qui forment les massifs syénitiques de la presqu'île de Kola si bien étudiés par MM. Hackmann et Ramsay.

La syénite normale de Ruma possède la même structure et beaucoup des particularités minéralogiques de la *chibinite* d'Umptek. Celle-ci se rapporte soit exactement au même type chimico-minéralogique (miaskose) que quelques-unes de mes roches, soit à un type très voisin de celui des autres, mais plus riche en néphéline et ne différant de la laurdalose que par l'ordre (II.7.1.4 = *chibinose*). L'analogie n'est pas moins frappante pour cette roche si spéciale qu'est la lujavrite : elle se poursuit aux points de vue

chimique, minéralogique et structurel. Toutefois, tandis que les lujavrites de Laponie se rapportent exclusivement au type laurdalose, celles de Ruma appartiennent soit à ce type, soit à la pentellerose (4ᵉ ordre au lieu du 6ᵉ), sans que pour cela les caractéristiques minéralogiques essentielles (abondance et forme de l'ægyrine, fréquence de l'eudialyte) soient modifiées [1]. L'examen microscopique fait penser que l'analyse d'un plus grand nombre d'échantillons de lujavrites de Ruma, convenablement choisis, mettrait en évidence l'existence de types d'une richesse intermédiaire en néphéline et appartenant au cinquième ordre (*umptekose*). Notons enfin qu'à Ruma la lujavrite forme des enclaves dans le type normal, de même qu'à Lujavr Urt, cette roche constitue le centre du massif, qu'entoure la chibinite d'Umptek. Quant au facies riche en sodalite, je viens de faire remarquer qu'il représente en Afrique la forme presque hololeucocrate de la tavite d'Umptek.

En résumé, on peut donc considérer les facies de variation des syénites néphéliniques des îles de Los comme la reproduction en miniature de roches qui, en Laponie, forment individuellement des massifs distincts et constituent par suite une véritable série pétrographique. Ils précisent ainsi les relations génétiques que ces dernières roches présentent entre elles.

ZOOLOGIE. — *Sur les* Gennadas *ou Pénéides bathypélagiques.* Note de M. E.-L. Bouvier.

Les *Benthesicymus* et les *Gennadas* sont des Pénéides abyssaux; ils présentent entre eux les affinités les plus étroites, mais se tiennent à des niveaux très différents, ainsi qu'on peut s'en convaincre par l'examen des matériaux recueillis par S. A. le Prince de Monaco à bord de la *Princesse-Alice*. Quand on explore les abysses avec des engins de fond, chalut ou drague, on ramène parfois des *Benthesicymus* et, dans certains cas, quelques rares *Gennadas;* par contre, avec le filet vertical à grande ouverture, pêchant entre deux eaux, on obtient des *Gennadas* en abondance, mais pas un seul *Benthesicymus*. De ce fait on pourrait déjà conclure que les *Benthesicymus* appartiennent à la faune abyssale des fonds et les *Gennadas* à la faune pélagique ou bathypélagique.

---

[1] On voit donc qu'en moyenne les roches de Laponie sont plus riches en néphéline que celles de Lot, ce qui est une conséquence d'une teneur un peu plus faible en silice.

En ce qui concerne les *Benthesicymus*, cette conclusion paraît justifiée par les récoltes des dernières campagnes d'exploration abyssale; mais il convient d'ajouter que les *Benthesicymus* semblent être assez bons nageurs et qu'ils peuvent vraisemblablement s'éloigner à quelque distance du fond sous-marin.

La distribution bathymétrique des *Gennadas* demande à être étudiée de plus près; car on ramène quelquefois ces Pénéides au chalut; dans des cas très rares on les a pris à la surface et ils sont rapportés en grand nombre par le filet vertical qui capture, comme on sait, les espèces pélagiques et bathypélagiques.

Pour résoudre ce problème, adressons-nous d'abord à une espèce très répandue dans nos régions, le *Gennadas elegans* S.-I. Smith, qui a été trouvé par l'*Albatros* entre la Floride et la latitude de New-York (pêches de 822^m à 4264^m), par le *Blake* dans la mer des Antilles (800^m), par l'*Oceania* au large de l'Irlande (2538^m), par les expéditions monégasques dans la mer des Sargasses, les eaux açoréennes, l'Atlantique oriental depuis les îles du cap Vert et dans la Méditerranée (1000^m à 4500^m), enfin par plusieurs zoologistes italiens, MM. Riggio, Monticelli et Lo Bianco, entre Messine et Naples.

Les exemplaires capturés par MM. Monticelli et Lo Bianco dans le golfe de Naples provenaient du plankton superficiel ou peu profond (200^m au plus); étudiés avec grand soin et beaucoup de finesse, ils furent reconnus comme appartenant aux stades évolutifs de l'espèce, depuis la forme protozoé jusqu'à l'état très jeune qui fait suite au stade mysis. La même année (1900), M. Riggio signalait des adultes dans le plankton superficiel des environs de Messine.

Utilisant les recherches précédentes et celles effectuées par le *Maja* et le *Puritan*, au large de Capri, M. Lo Bianco (1902, 1904) parvint à mettre en lumière les migrations bathymétriques du *G. elegans* au cours de son développement. Ayant observé que les jeunes en aquarium nagent la tête en bas et la queue en haut comme pour descendre plus bas, il pense que notre *Gennadas* « est une forme abyssale typique » et que, après avoir traversé tous les stades larvaires dans les couches voisines de la surface, ses jeunes « se dirigent dans les profondeurs pour atteindre le lieu normal d'habitat de l'espèce », les adultes pris à Messine ayant sans doute été ramenés à la surface par les forts courants de profondeur qui se font sentir dans le détroit. « Cette conclusion, dit l'auteur, est complètement justifiée

par les récoltes de *Maja,* qui comprennent 32 spécimens capturés par un filet bathypélagique ouvert, auquel on avait donné 1000^m à 1500^m de câble. A des profondeurs plus faibles, la pêche fut vaine; avec 1000^m de câble, elle donna un adulte; avec 1500^m, 6 autres adultes et quelques jeunes ». Le *Puritan* captura ce *Gennadas* en 25 stations différentes; avec 600^m de câble, il prit une fois des jeunes; mais, pour obtenir des adultes, on dut filer au moins 1100^m.

Les résultats obtenus par Son Altesse confirment et précisent le jugement de M. Lo Bianco. En effet, au cours des campagnes de l'*Hirondelle* et surtout de la *Princesse-Alice,* le *G. elegans* fut capturé 30 fois, avec des différences de taille et d'âge qui sont résumées dans le Tableau suivant :

De 0^m à 1000^m	3	opérations,	4	exemplaires	dont	1 adulte
» 0 à 1500	7	»	55	»		2 adultes
» 0 à 2000	7	»	39	»		7 »
» 0 à 2500	6	»	41	»		9 »
» 0 à 3000	6	»	10	»		2 »
» 0 à 3500	1	»	20	»		0 »

soit au total :

De 0^m à 1000^m	1 adulte pour	3	opérations,	ou	0,33	pour 100
» 0 à 2000	9 »	14	»	»	0,64	»
» 0 à 3500	11 »	13	»	»	0,84	»

d'où l'on peut conclure que le nombre des adultes capturés augmente à mesure qu'on s'éloigne du niveau de 1000^m pour descendre vers les profondeurs.

Ce résultat concorde parfaitement avec le principe établi par M. Lo Bianco, et l'on en peut dire autant de la rareté des adultes par rapport aux individus plus jeunes. A cause de leur jeune âge, ces derniers, en effet, n'ont pas encore été fortement décimés par les voraces habitants des mers, et d'ailleurs, étant données leur petite taille et leur faible puissance natatoire, ils sont moins bien doués que les adultes pour échapper au filet remontant.

Mais jusqu'où descendent les adultes? Vont-ils sur le fond, ou vivent-ils entre deux eaux, à la manière des francs organismes bathypélagiques? Pour résoudre ces questions il convient d'analyser les opérations effectuées par le Prince, au cours de ses diverses campagnes dans les régions

fréquentées par le *Gennadas elegans*. De 1886 à 1905, l'*Hirondelle* et la *Princesse-Alice* ont donné, à quelques unités près :

1° 211 coups de chalut dont 2 furent fructueux, ramenant 7 exemplaires.
2° 7 coups de filet à rideau, dont 2 » 2 »
3° 4 coups de filet Giesbrecht, dont 1 fut fructueux, ramenant 2 »
4° 11 coups de filet vertical (0^m - 1000^m), dont 2 furent fructueux, ramenant 3 »
5° 60 coups de filet (au-dessous de 1000^m), dont 24 furent fructueux, ramenant près de 200 »

Ainsi, le chalut ne capture presque jamais notre Pénéide, et ceux qu'il ramène à de rares intervalles (2 fois sur 211 coups) ne proviennent sans doute pas du fond sur lequel le filet a longuement traîné; ils ont plutôt été pris par l'engin dans sa course remontante. Ce qui porte à croire qu'il en est ainsi c'est que, par deux fois, des *Gennadas* furent trouvés sur les appareils de sondage, dans un cas sur le sondeur à robinet, dans un autre sur la bouteille Buchanan, aux articulations de laquelle un spécimen se prit par les antennes.

Ainsi, les filets bathypélagiques, bien qu'ils ne touchent jamais le fond, se montrent merveilleusement propres à la capture des *Gennadas* et cela d'autant mieux qu'ils présentent un orifice plus large. A ce point de vue, le filet vertical Richard à grande ouverture (de 9^{m^2} ou de 25^{m^2}) offre une supériorité manifeste sur tous les autres engins; une fois sur deux environ il a ramené des *G. elegans* et, dans certains cas, le nombre de ces derniers s'élevait à plus de 30 exemplaires.

Le filet Giesbrecht employé d'abord par le Prince, le filet vertical de l'expédition du Plankton et le *Grosso Bertovello* du *Maja* donnaient aussi de bons résultats, mais leurs captures étaient moins riches parce qu'ils avaient un orifice plus étroit. Néanmoins, un coup de filet du *Puritan* ramena 25 exemplaires jeunes ou adultes.

On peut donc affirmer que le *G. elegans* est une espèce bathypélagique, et qu'il ne vit pas normalement sur le fond ou dans son voisinage immédiat, comme la plupart des autres Crevettes. Aussi a-t-il complètement échappé aux très nombreux coups de chalut du *Travailleur*, du *Talisman* et du *Challenger* et si, à cet égard, les pêches du *Blake* et de l'*Albatros* ont été plus fructueuses, c'est que, vraisemblablement, notre Pénéide doit être une espèce commune à l'est des Etats-Unis.

Les autres *Gennadas* capturés dans l'Atlantique oriental au cours des campagnes monégasques sont beaucoup moins répandus et, par conséquent,

se prêtent mal à une étude approfondie de leur distribution bathymétrique. Pourtant, à l'exception d'un exemplaire de *G. scutatus*, ils furent tous pris avec le filet à grande ouverture descendu entre deux eaux par 1000^m et au-dessous. Et c'étaient pour la plupart des adultes. Quant aux *Gennadas* capturés à la drague ou au chalut par l'*Investigator* et le *Challenger*, ils sont peu nombreux et furent pour la plupart pris isolément, le filet fonctionnant sans doute pendant sa course remontante. On peut donc, suivant toute vraisemblance, appliquer à tous les *Gennadas* les conclusions spéciales relatives au *G. elegans*.

L'exemplaire type du *G. scutatus* fut capturé à la surface par les engins de l'*Hirondelle*, et le *Challenger* a pris, dans les mêmes conditions, un spécimen de *G. parvus*. Est-ce une raison de penser, avec Spence Bate, « qu'à certaines périodes l'animal cherche des courants superficiels plus chauds pour y pondre ses œufs »? Nous ne le croyons pas. On a vu que M. Lo Bianco attribue à l'action entraînante des courants de détroit la présence du *G. elegans* adulte dans la région de Messine, et d'autre part, on sait que des espèces manifestement abyssales, les *Pelagothuria* par exemple, peuvent anormalement (et sans doute à la suite de quelques phénomènes pathologiques) remonter à la surface. Au surplus, si l'on considère que, parmi les très nombreux adultes capturés jusqu'ici, deux ou trois seulement furent trouvés dans le plankton superficiel, on est en droit de penser que les *Gennadas* ne quittent pas, pour la ponte, les eaux profondes où ils vivent. Et comme ces Pénéides ont des larves pélagiques il faut admettre que leurs œufs, sans doute moins denses que l'eau, remontent à la surface dès qu'ils ont été pondus. On sait en effet que les Pénéides, au contraire des autres Crevettes, ne portent point leur ponte attachée aux pléopodes abdominaux.

GÉOLOGIE. — *Sur la feuille de Gap au* $\frac{1}{80000}$.
Note de M. **Michel Lévy**.

La feuille de Gap est l'œuvre commune de MM. Haug, Kilian, Termier, Pierre Lory, David Martin. Elle représente le travail de plus de quinze années de courses sur le terrain (1888-1905); les deux tiers de la feuille ont été levés par M. Haug, avec la collaboration de M. Kilian pour l'Ubaye et pour quelques parties de l'Embrunais. Les tracés de la région briançonnaise sont dus à M. Kilian, la fin du massif du Pelvoux à M. Termier,

celle du Dévoluy à M. Pierre Lory. Enfin M. David Martin a collaboré au lever des terrains quaternaires.

L'intérêt principal de la feuille réside dans le tracé sinueux de l'intersection, avec la surface topographique, du plan de charriage suivant lequel s'est effectuée la poussée vers le Sud de la grande nappe de l'Embrunais et de l'Ubaye. Les lambeaux de recouvrement du Morgon et de Chabrières, témoins d'une nappe plus élevée à racines plus lointaines, ont été figurés avec détails; car les levés originaux ont été faits au $\frac{1}{50000}$.

Il est vraisemblable que les diverses racines font partie de la zone de plis serrés qui passent au Nord-Est, vers Guillestre. En tout cas, ces charriages sont post-miocènes et recouvrent les plis Est-Ouest anté-oligocènes qui viennent de la montagne de Lure et du mont Ventoux.

La représentation des moraines latérales et frontales de l'ancien glacier de la Durance constitue une innovation intéressante qui permet de lire, sur la carte, à première vue, les phases successives du retrait glaciaire.

Cette belle feuille est la dernière de la région des Alpes françaises et termine brillamment le relevé au $\frac{1}{80000}$ des contours géologiques de ce grand arc montagneux. Il nous est permis de constater que, notamment au point de vue du figuré des nappes de charriages, grâce aux efforts de nos éminents collaborateurs, la carte géologique de la France est en avance sur la plupart des cartes de nos voisins.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions qui dépendent d'autres fonctions*. Note de M. **Vito Volterra**.

Dans une série de travaux que j'ai publiés il y a déjà quelque temps, j'ai envisagé les quantités qui dépendent de toutes les valeurs d'une fonction ou de plusieurs fonctions dans certains domaines.

L'exemple le plus simple qu'on peut donner est celui d'une intégrale définie d'une fonction, car elle dépend des valeurs de la fonction qu'on intègre entre les limites de l'intégrale. Mais un grand nombre d'exemples sont donnés par les questions de Physique mathématique. C'est ainsi que la température dans un point d'un corps dépend de toutes les valeurs de la température au contour du domaine occupé par le corps. Le potentiel d'un fluide homogène et incompressible dans un point déterminé dépend de la forme de la masse fluide et, par suite, si l'équation de la surface du fluide a le second membre nul, le potentiel dépend des valeurs de la fonction qui paraît au premier membre. Il est évident que les fonctions dont nous parlons n'ont rien à faire avec les ordinaires fonctions de fonctions.

J'ai donné des applications de ce concept dans quelques questions d'analyse. J'ai tâché en effet de l'employer dans l'étude des fonctions analytiques de plusieurs variables. Toute opération algébrique ou de dérivation appliquée à ces fonctions conduit à de nouvelles fonctions analytiques, mais les opérations d'intégration nous amènent à des fonctions qui dépendent des contours des domaines d'intégration et par conséquent à des quantités qui dépendent d'autres fonctions.

Lorsqu'on veut étendre les méthodes de Hamilton et de Jacobi sur les questions de la Mécanique aux systèmes continus et aux problèmes de la Physique mathématique, on est aussi amené d'une manière toute naturelle à ces concepts.

Les problèmes qui présentent le plus d'intérêt sont ceux où les fonctions dont dépendent les quantités qu'on envisage sont inconnues, et il faut les déterminer par des propriétés de ces quantités. Les problèmes du calcul des variations nous en offrent les premiers exemples et aussi les plus simples. Mais il y a aussi d'autres questions qui s'y rapportent. Ce sont les problèmes de l'inversion, et en particulier ceux des intégrales définies où les fonctions inconnues paraissent sous les intégrales.

C'est en poursuivant ce but, et en vue du problème général dont j'ai parlé, que j'ai étudié il y a quelques années ce problème dans le cas le plus simple possible, celui où le déterminant fondamental est égal à sa diagonale ([1]). M. Fredholm, dans un remarquable travail, a étudié le problème dans le cas où le déterminant est quelconque en arrivant à des résultats du plus grand intérêt et M. Hilbert vient de reprendre la question en y faisant des applications très étendues.

Le concept que nous avons exposé des fonctions qui dépendent d'une autre fonction ou de plusieurs fonctions se rattache directement à la définition de fonction donnée par Dirichlet. La critique de cette définition a donné lieu à bien des discussions parmi lesquelles celles toutes récentes de M. Pierre Boutroux sont très intéressantes. Il est évident que le concept est attaché à celui de loi physique, mais je n'entrerai pas dans cette question, je remarquerai seulement qu'en posant successivement certaines conditions et certaines limitations on peut passer du concept de fonction tel que l'a posé Dirichlet à celui de fonction analytique. Il est inutile de rappeler ces conditions qui sont bien connues et qui se rapportent à la continuité, à l'existence des dérivées, etc.

On peut procéder de la même manière dans le cas des fonctions qui dépendent de toutes les valeurs d'une fonction ou de plusieurs fonctions.

Envisageons le cas le plus simple, celui d'une quantité F qui dépend des valeurs d'une fonction continue $f(x)$ définie pour les valeurs de x comprises entre a et b. Il n'y a pas de difficulté à étendre le concept de con-

---

([1]) *Sulla inversione degli integrali definiti,* Nota I, § 3 (*Atti R. Acc. di Torino,* 1896), et Notes suivantes.

tinuité à la variable F. Supposons maintenant qu'on parte d'une fonction initiale $f(x)$ et qu'on la change en la remplaçant par $f(x) + \varepsilon\varphi(x)$ où ε est une quantité infiniment petite. On peut tâcher de calculer la variation de F.

Sous certaines conditions la partie du premier ordre, par rapport à ε, de cette variation, peut s'exprimer par une intégrale définie

$$\varepsilon\int_a^b \varphi(\xi_1)\,F'(\xi_1)\,d\xi_1.$$

La fonction $F'(\xi_1)$ joue le rôle de première dérivée. Elle est indépendante de $\varphi(\xi)$, mais elle dépend, en général, de toutes les valeurs de $f(x)$, c'est pourquoi on peut tâcher de trouver la variation de $F'(\xi_1)$ lorsqu'on remplace $f(x)$ par $f(x) + \varepsilon\varphi(x)$. Si l'on néglige les parties qui sont infiniment petites d'un ordre supérieur à ε, sous certaines conditions on trouve que cette variation est donnée par

$$\varepsilon\int_a^b \varphi(\xi_2)\,F''(\xi_1, \xi_2)\,d\xi_2.$$

$F''(\xi_1, \xi_2)$ joue le rôle de première dérivée de $F'(\xi_1)$ et de seconde dérivée de F. Elle est indépendante de $\varphi(x)$, mais dépend de toutes les valeurs de $f(x)$. Elle est une fonction symétrique de ξ_1 et ξ_2. On peut aussi calculer la troisième dérivée qui s'exprime par une fonction $F'''(\xi_1, \xi_2, \xi_3)$ symétrique et ainsi de suite.

Cela posé on peut se proposer de développer la valeur de F qui correspond à $f(x) + \varepsilon\varphi(x)$ dans une série de puissances de ε. Sous certaines conditions qui sont semblables à celles qu'on a pour la série ordinaire de Taylor on trouve

$$\begin{aligned} F = F_0 &+ \varepsilon\int_a^b \varphi(\xi_1)\,F'(\xi_1)\,d\xi_1 + \frac{1}{2}\varepsilon^2\int_a^b\int_a^b F''(\xi_1, \xi_2)\,d\xi_1\,d\xi_2 \\ &+ \frac{1}{3!}\varepsilon^3\int_a^b\int_a^b\int_a^b F'''(\xi_1, \xi_2, \xi_3)\,\varphi(\xi_1)\,\varphi(\xi_2)\,\varphi(\xi_3)\,d\xi_1\,d\xi_2\,d\xi_3 + \ldots \\ &+ \frac{1}{n!}\varepsilon^n\int_a^b\ldots\int_a^b F^{(n)}(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)\,\varphi(\xi_1)\varphi(\xi_2)\ldots\varphi(\xi_n)\,d\xi_1\ldots d\xi_n + \ldots, \end{aligned}$$

où $F^{(n)}(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n)$ est une fonction symétrique des n variables $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$, indépendante de $\varphi(x)$. Après cela en faisant $\varepsilon = 1$, on peut éliminer cette quantité.

Il faut remarquer que les fonctions qui dépendent d'une autre fonction et qui ont cette représentation analytique sont tout à fait spéciales et qu'on peut en envisager de plus générales ayant aussi des représentations analytiques. Les différents termes du second membre constituent des fonctions de différents degrés et l'on peut envisager F comme une quantité qui dépend de φ par une relation analytique du même type, par exemple des fonctions transcendantes.

Pour montrer le parti qu'on peut tirer dans certains cas du développement, je vais en faire une application à l'un des problèmes dont j'ai parlé.

Supposons qu'on écrive l'équation suivante

$$\begin{aligned}\vartheta\psi(x) = {} & \varepsilon\varphi(x)\alpha + \varepsilon\int_a^b \varphi(\xi_1)\,F'(\xi_1, x)\,d\xi_1 \\ & + \frac{1}{2}\varepsilon^2\int_a^b\int_a^b F''(\xi_1, \xi_2, x)\,\varphi(\xi_1)\,\varphi(\xi_2)\,d\xi_1\,d\xi_2 + \ldots \\ & + \frac{1}{n!}\varepsilon^n\int_a^b\ldots\int_a^b F^{(n)}(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n, x)\,\varphi(\xi_1)\ldots\varphi(\xi_n)\,d\xi_1\ldots d\xi_n + \ldots,\end{aligned}$$

α étant une quantité donnée et $\psi(x)$ étant connue pour les valeurs de x comprises entre a et b, tandis que $\varphi(x)$ est une fonction inconnue.

Le cas le plus simple est celui où F'', F''', ..., $F^{(n)}$, ... sont nulles, c'est-à-dire où l'on a

$$\vartheta\psi(x) = \varepsilon\varphi(x)\alpha + \varepsilon\int_a^b \varphi(\xi_1)\,F'(\xi_1, x)\,d\xi_1.$$

C'est le cas de l'inversion qui a été envisagé par M. Fredholm et par moi-même lorsque la limite supérieure de l'intégrale est égale à x. Dans un cours que je viens de faire à l'Université de Stockholm j'ai montré que l'on peut résoudre le problème général de déterminer $\varphi(x)$. Ce problème correspond à la détermination de la racine d'une équation transcendante et se résout par une simple remarque. Il suffit de développer $\varepsilon\varphi(x)$ suivant les puissances de ϑ en supposant qu'à $\vartheta = 0$ corresponde $\varepsilon = 0$.

C'est pourquoi calculons

$$\left\{\frac{d[\varepsilon\varphi(x)]}{d\vartheta}\right\}_{\vartheta=0} = \left\{\frac{d(\varepsilon\varphi)}{d\vartheta}\right\}_0, \qquad \left\{\frac{d^2[\varepsilon\varphi(x)]}{d\vartheta^2}\right\}_{\vartheta=0} = \left\{\frac{d^2(\varepsilon\varphi)}{d\vartheta^2}\right\}_0, \qquad \ldots.$$

On trouve alors

$$(1) \qquad \psi(x) = \left\{\frac{d[\varepsilon\varphi(x)]}{d\vartheta}\right\}_0 \alpha + \int_a^b \left\{\frac{d[\varepsilon\varphi(\xi_1)]}{d\vartheta}\right\}_0 F'(\xi_1, x)\,d\xi_1.$$

Si nous pouvons invertir cette formule, ce qui arrivera par exemple si le déterminant n'est pas nul, on trouvera

$$(2)\qquad \left\{\frac{d[\varepsilon\varphi(x)]}{d\vartheta}\right\}_0 = \beta\,\psi(x) + \int_a^b \psi(\eta_1)\,\Phi'(\eta_1, x)\,dy_1.$$

En dérivant une fois encore on a

$$0 = \left\{\frac{d^2\varepsilon\varphi(x)}{d\vartheta^2}\right\}_0 \alpha + \int_a^b \frac{d^2[\varepsilon\varphi(\xi_1)]}{d\vartheta^2}\,F'(\xi_1, x)\,d\xi_1 + \int_a^b\int_a^b F''(\xi_1, \xi_2, x)\left\{\frac{d[\varepsilon\varphi(\xi_1)]}{d\vartheta}\right\}_0\left\{\frac{d[\varepsilon\varphi(\xi_2)]}{d\vartheta}\right\}_0 d\xi_1\,d\xi_2,$$

d'où l'on tire aisément, par la formule (2),

$$\left\{\frac{d^2[\varepsilon\varphi(x)]}{d\vartheta^2}\right\}_0 = \int_a^b\int_a^b \Phi''(\eta_1, \eta_2, x)\,\psi(\eta_1)\,\psi(\eta_2)\,d\eta_1\,d\eta_2.$$

De même, on peut calculer $\left\{\frac{d^3[\varepsilon\varphi(x)]}{d\vartheta^3}\right\}_0$ et ainsi de suite, de sorte qu'on aura

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} \varepsilon\varphi(x) = {} & \vartheta\,\psi(x)\,\beta + \vartheta\int_a^b \psi(\eta_1)\,\Phi'(\eta_1, x)\,d\eta_1 \\ & + \frac{1}{2}\vartheta^2\int_a^b\int_a^b \Phi''(\eta_1, \eta_2, x)\,\psi(\eta_1)\,\psi(\eta_2)\,d\eta_1\,d\eta_2 + \ldots \\ & + \frac{1}{n!}\vartheta^n\int_a^b\cdots\int_a^b \Phi^{(n)}(\eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_n, x)\,\psi(\eta_1)\ldots\psi(\eta_n)\,d\eta_1\ldots d\eta_n + \ldots, \end{aligned}\right.$$

où $\Phi^{(n)}(\eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_n, x)$ est une fonction symétrique de $\eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_n$. *La solution est donc une fonction de même nature que celle dont on est parti.* Nous n'entrerons pas ici dans les détails relatifs au domaine de convergence, à l'unicité et à la vérification directe de la formule que nous venons de donner, mais elle peut s'étendre à bien d'autres cas de représentations analytiques. C'est pourquoi il faut la regarder comme le premier pas dans cet ordre de recherches. Les quantités ε, ϑ ne sont que des quantités auxiliaires, on peut les faire disparaître dans les formules (1) et (3), en les prenant égales à l'unité.

M. **Henri Moissan**, en présentant à l'Académie le Tome cinquième du *Traité de Chimie minérale*, publié sous sa direction, s'exprime comme il suit :

Ce dernier Tome contient les articles : Cuivre de M. Sabatier; Métallurgie du cuivre de M. Brochet; Alliages de cuivre de M. Charpy; Mercure de M. André; Or de M. Étard et les Métaux du platine par MM. Péchard et Chavanne. Cette publication a été réalisée dans l'espace de deux années. Elle représente donc l'état actuel de la Chimie minérale et comporte l'étude des corps simples et d'environ 9000 corps composés, s'appuyant sur une bibliographie qui comprend plus de 35 000 citations de Mémoires scientifiques.

M. **O.-M. Lannelongue** fait hommage à l'Académie de ses *Leçons de Clinique chirurgicale*.

M. **Mascart** fait hommage à l'Académie du fascicule II (1902) et du fascicule III (1903) des *Annales du Bureau central météorologique*, qu'il publie en qualité de Directeur du Bureau.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Zoologie (Mammifères et Oiseaux) vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Pour la désignation du premier candidat, au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 64 :

M. Guillaume Grandidier obtient	. . . .	36 suffrages
M. Trouessart	»	24 »
M. Menegaux	»	2 »
M. Anthony	»	1 suffrage
M. Loisel	»	1 »

Pour la désignation du second candidat, au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 64 :

M. Anthony	obtient.	22 suffrages
M. Trouessart	»	22 »
M. Menegaux	»	17 »
M. Loisel	»	3 »

La majorité absolue des suffrages n'ayant pas été obtenue, il est procédé à un second tour de scrutin, dans lequel, le nombre des votants étant 64 :

M. Trouessart	obtient.	27 suffrages
M. Anthony	»	26 »
M. Menegaux	»	11 »

Conformément au règlement, il est procédé à un scrutin de ballottage entre les deux candidats qui ont obtenu le plus de voix. Le nombre des votants étant 64 :

M. Trouessart	obtient.	32 suffrages
M. Anthony	»	31 »

Il y a un bulletin blanc.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne.	M. **Guillaume Grandidier.**
En seconde ligne	M. **Trouessart.**

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le *Précis de Diagnostic chimique, microscopique et parasitologique*, de MM. Jules Guiart et L. Grimbert. (Présenté par M. Guignard.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Kopff (1906 b) faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon.* Note de M. J. GUILLAUME, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1906.	Temps moyen de Lyon.	✱☾ — ✱. Δα.	Δδ.	Nombre de comparaisons.	Étoiles.
	h m s	m s	′ ″		
Mars 5.......	15.50.39	—0. 3,04	—1.43,0	10:10	a
5.......	17.12.56	—0. 4,50	—1.36,2	10:10	a
6.......	15.49.48	—0.28,71	—0.17,9	12:12	a
6.......	16.43.35	—0.29,74	—0.15,6	8: 8	a
7.......	14.16. 5	—0. 5,80	—3.11,2	10:10	c

Positions moyennes des étoiles.

Étoiles.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a.......	11.35. 6,51	+1,12	+1.44.18,1	—8,0	Anon. 10,5 rapp. à *b*
b.......	11.35.34,95	»	+1.28.22,9	»	A.G. Albany, 4327
c.......	11.34.18,66	+1,13	+1.48.33,0	—8,1	Anon. IIe rapp. à *d*
d.......	11.34.35,41	»	+1.56.41,6	»	BD+2,2456 rapp. à *e*
e.......	11.37.15,64	»	+1.46.11,5	»	A.G. Albany, 4335

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1906.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Mars 5............	11.35. 4,59	+9,477	+1.42.27,1	+0,788
5............	11.35. 3,13	+9,579	+1.42.33,9	+0,792
6............	11.34.38,92	+9,483	+1.43.52,2	+0,788
6............	11.34.37,89	+9,556	+1.43.54,5	+0,791
7............	11.34.13,99	+9,245	+1.45.13,7	+0,785

Remarques. — La comète a l'aspect d'une nébulosité à bords très diffus, d'environ 15″ de diamètre, avec condensation un peu excentrée vers l'Est et peut-être un très petit noyau; l'éclat total est de 10^{e},5. Les 5 et 6, images très agitées; la comète est difficile à pointer pendant la deuxième série. Le 7, observation difficile à cause de la Lune; la comète paraît une demi-grandeur au-dessous de l'étoile de comparaison qui est de 11^{e}. Le 8, la Lune efface la comète.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète (1906 b) faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* 0m,318. Note de MM. **Sy** et **Villatte**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1906.	Étoile de comparaison.	☄ — ★ Δα.	Δδ.	Nombre de comparaisons.	Observ.
Mars 5	a	m s −0.25,28	′ ″ +13.53,4	12:12	S
5	a	−0.25,88	+13.54,5	12:12	V
6	b	−2.30,97	— 2.32,7	15:10	S
6	b	−2.31,94	— 2.28,4	15:10	V
7	b	−2.56,87	— 1. 5,9	15:10	S
7	b	−2.57,77	— 1. 2,3	15:10	V
8	b	−3.22,34	+ 0.23,1	14:10	V
8	b	−3.23,81	+ 0.26,0	15:10	S

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	Ascension droite moyenne 1906,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1906,0.	Réduction au jour.	Autorités.
a	7,0	h m s 11.35.35,00	s + 1,14	° ′ ″ + 1.28.23,3	″ — 7,9	½ (A. G., Albany, n° 4327 + Paris, n° 14250)
b	9,2	11.37.15,64	+ 1,13	+ 1.46.11,5	— 8,0	A. G., Albany, n° 4335
b	9,2	»	+ 1,13	»	— 8,0	Id.
b	9,2	»	+ 1,13	»	— 8,1	Id.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1906.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Mars 5	h m s 9.41.17	h m s 11.35.10,86	$\bar{1},530_n$	° ′ ″ + 1.42. 8,8	0,710
5	10. 6.46	11.35.10,26	$\bar{1},477_n$	+ 1.42. 9,9	0,708
6	9. 4.57	11.34.45,80	$\bar{1},582_n$	+ 1.43.30,8	0,711
6	9.47. 9	11.34.44,83	$\bar{1},510_n$	+ 1.43.35,1	0,709
7	9. 9. 6	11.34.19,90	$\bar{1},570_n$	+ 1.44.57,6	0,711
7	9.53. 3	11.34.19,00	$\bar{1},489_n$	+ 1.45. 1,2	0,708
8	9. 3.14	11.33.54,43	$\bar{1},572_n$	+ 1.46.26,5	0,711
8	10. 5.28	11.33.52,96	$\bar{1},449_n$	+ 1.46.29,4	0,707

Condensation sans noyau appréciable. Observations d'ailleurs assez difficiles à cause de la lumière de la Lune.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les affixes des racines d'un polynome de degré n et du polynome dérivé.* Note de M. J. **Juhel-Rénoy.**

Considérons dans un plan n points A_k ($k = 1, 2, \ldots, n$) donnés par les équations

$$A_k \equiv u X_k + v Y_k + 1 = 0.$$

L'équation

$$\sum \frac{1}{A_k} = 0$$

est l'équation tangentielle d'une courbe de classe $(n-1)$ tangente, en leurs milieux, aux droites qui joignent deux à deux les points A_k.

D'ailleurs, les tangentes menées à la courbe du milieu de $A_m A_p$, par exemple, et distinctes de $A_m A_p$, sont tangentes à la courbe de classe $(n-3)$ tangente, en leurs milieux, aux droites qui joignent deux à deux les $(n-2)$ points A_k autres que A_m et A_p.

D'après cela on peut énoncer ce théorème :

Théorème. — *Soient* A_k ($k = 1, 2, \ldots, n$) *les affixes des racines d'un polynome* $f(z)$ *de degré n. Les affixes des racines du polynome dérivé sont les foyers réels d'une courbe de classe* $(n-1)$ *tangente, en leurs milieux, aux droites qui joignent deux à deux les points* A_k.

Théorème auquel on peut encore donner la forme suivante :

Théorème. — *Les positions d'équilibre d'un point mobile attiré par n points fixes* A_k ($k = 1, 2, \ldots, n$) *de même masse, en raison inverse de la distance, coïncident avec les foyers réels d'une courbe de classe* $(n-1)$ *tangente, en leurs milieux, aux droites qui joignent deux à deux les centres d'attraction.*

Remarque. — On démontrerait, absolument de la même manière, que l'équation

$$\sum \frac{m_k}{A_k} = 0 \qquad (k = 1, 2, \ldots, n)$$

représente une courbe de classe $(n-1)$ tangente aux $\frac{n(n-1)}{2}$ droites joignant deux à deux les points A_k, le point de contact divisant le segment $A_k A_p$ dans le rapport $-\frac{m_k}{m_p}$, et l'on aurait un théorème analogue au précédent et relatif à n centres d'attraction de masse m_k.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Nouvelle résolution du problème de l'induction magnétique pour une sphère isotrope.* Note de M. **Tommaso Boggio**, présentée par M. H. Poincaré.

Le problème de l'aimantation prise, dans un champ quelconque, par une sphère isotrope, a été traité jusqu'à ces derniers temps par de nombreux auteurs (Poisson, Betti, F. Neumann, C. Neumann, Mathieu, Kirchhoff, etc.) à l'aide de séries de fonctions sphériques.

Récemment, M. Somigliana et moi avons résolu presque simultanément le problème en question par des intégrales définies [1].

Je me permets maintenant d'exposer à l'Académie une autre solution, très simple, du même problème.

1. Soit S une sphère, homogène, isotrope, de centre O et de rayon R; désignons par k le coefficient d'aimantation du corps S et par σ la surface sphérique qui le limite.

Il s'agit alors, en suivant la théorie de Poisson, de trouver une fonction (harmonique) φ, vérifiant en tout point de S l'égalité

$$W + \varphi - k\int_\sigma \frac{d\varphi}{dn}\,\frac{d\sigma}{r} = 0 \text{ [2]},$$

W étant la fonction potentielle qui définit le champ magnétique donné; n la normale à σ, dirigée à l'intérieur de la sphère; r la distance d'un point quelconque de S à un point variable de σ.

Si l'on désigne par ρ le rayon vecteur, et si l'on pose

$$U = -(W + \varphi), \tag{1}$$

l'égalité précédente peut être écrite ainsi :

$$U = \frac{R}{k}\int_\sigma \rho\,\frac{d\varphi}{d\rho}\,\frac{d\sigma}{r}; \tag{2}$$

---

[1] Somigliana, *Interno ad un problema d'induzione magnetica* (*Rendiconti del R. Istituto Lombardo,* serie II, vol. XXXVI, adunanza del 17 decembre 1903). — Boggio, *Induzione prodotta da un campo magnetico qualunque sopra una sfera isotropa* (*Id.,* vol. XXXVII, adunanza del 28 gennaio 1904).

[2] Voir, par exemple, Duhem, *Leçons sur l'Électricité et le Magnétisme,* t. II, 1892, Paris, p. 123.

U représente d'ailleurs la fonction potentielle magnétique de la sphère et partant il suffit de déterminer cette fonction.

Il est bon de remarquer que, la fonction φ étant harmonique dans S, il en sera de même de la fonction $\rho\frac{d\varphi}{d\rho}$.

2. Maintenant il faut remarquer que, si u est une fonction harmonique dans la sphère S et si l'on pose

$$v=\int_\sigma u\frac{d\sigma}{r},$$

on a, dans tout point de S, l'égalité bien connue

$$(3)\qquad \frac{1}{2}v+\rho\frac{dv}{d\rho}=2\pi R u,$$

qui peut être aisément déduite de la formule

$$u=\frac{R^2-\rho^2}{4\pi R}\int_\sigma \frac{u\,d\sigma}{r^3},$$

qui résout le problème de Dirichlet pour la sphère S ([1]).

En appliquant la relation (3) à l'égalité (2), on a, dans S,

$$\frac{1}{2}U+\rho\frac{dU}{d\rho}=2\pi k\rho\frac{d\varphi}{d\rho},$$

ou bien, en rappelant la relation (1),

$$\frac{1}{2+4\pi k}U+\rho\frac{dU}{d\rho}=-\frac{2\pi k}{1+2\pi k}\rho\frac{dW}{d\rho},$$

c'est-à-dire

$$(4)\qquad a(U+bW)+\rho\frac{d(U+bW)}{d\rho}=abW,$$

ayant posé

$$a=\frac{1}{2+4\pi k},\qquad b=\frac{2\pi k}{1+2\pi k}.$$

Il résulte de l'équation (4)

$$\frac{1}{\rho^{a-1}}\frac{d}{d\rho}[\rho^a(U+bW)]=abW,$$

([1]) *Voir* par exemple : MARCOLONGO, *Teoria matematica dell' equilibrio dei corpi elastici,* p. 36 (Milano, Hoepli, 1904).

et, puisque $a > 0$, on aura dans tout point de S

$$U = -bW + \frac{ab}{\rho^a}\int_0^\rho \rho^{a-1} W\, d\rho;$$

cette formule très simple résout la question proposée.

La valeur de U à l'extérieur de S se déduit de la précédente par une inversion par rayons vecteurs réciproques et l'on trouve au point extérieur (ρ, θ, ψ)

$$U(\rho, \theta, \psi) = -\frac{bR}{\rho} W\left(\frac{R^2}{\rho}, \theta, \psi\right) + abR\rho^{a-1}\int_\rho^\infty \frac{1}{\rho^{a+1}} W\left(\frac{R^2}{\rho}, \theta, \psi\right) d\rho.$$

3. Si, au lieu d'une sphère, on considère l'espace indéfini S, pour lequel $z > 0$ et qui est limité par le plan xy ou σ, on a les égalités

$$U = -k\int_\sigma \frac{d\varphi}{dz}\frac{d\sigma}{r}, \qquad \frac{dv}{dz} = -2\pi u,$$

qui correspondent aux (2), (3). On déduit alors tout de suite

$$U = -bW,$$

qui résout le problème pour le champ S.

On voit aussi qu'en deux points symétriques par rapport au plan σ les valeurs de U sont égales.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résistance d'émission d'une antenne.* Note de M. C. **Tissot**, présentée par M. G. Lippmann.

Quand on se sert d'un indicateur thermique, comme le bolomètre, pour déceler l'effet des ondes électriques dans une antenne réceptrice, l'expérience montre qu'il existe une valeur particulièrement favorable de la résistance du détecteur.

Cette valeur favorable de la résistance de l'instrument de mesure peut être déterminée en intercalant, en série avec un bolomètre de faible résistance, des résistances non inductives croissantes dans l'antenne réceptrice.

On trouve que l'énergie absorbée par la résistance (totale) intercalée dans l'antenne passe par un maximum pour une certaine valeur de cette résistance. D'autre part, la représentation graphique du courant i en fonction de la résistance totale ρ donne une courbe d'allure hyperbolique. Les

valeurs de i et de ρ sont bien reliées par une relation de la forme $i = \frac{a}{b+\rho}$ en attribuant aux coefficients a et b des valeurs constantes.

Si l'on désigne par Δ la déviation d'un détecteur thermique intercalé dans une antenne réceptrice en résonance, c'est-à-dire dans un résonnateur accordé, on peut déduire de la théorie de Bjerknes que l'on a

$$\Delta\gamma\delta(\gamma+\delta) = \text{const.},$$

quand on fait varier les décréments γ de l'oscillateur (antenne d'émission) et δ du résonnateur (antenne de réception), et que l'on opère à énergie émise constante.

Dans l'expérience présente, γ demeure constant et la variation de δ provient de l'addition des résistances non inductives dans l'antenne réceptrice.

Le décrément δ est la somme de deux décréments : δ_e qui représente l'effet du rayonnement; δ_j qui est dû à l'effet Joule.

Si l'on désigne par T la période du système, par L' sa self-induction *effective* (je donnerai plus loin la raison de cette dénomination), on a évidemment

$$\delta_j = \frac{R_0}{2L'}T,$$

R_0 étant la résistance ohmique du résonnateur considéré. On peut appeler *résistance d'émission* de l'antenne, la résistance qu'il faudrait attribuer à l'antenne si elle ne rayonnait pas pour donner à l'amortissement la valeur qui résulte du rayonnement seul.

Et poser $\delta_e = \frac{R_e}{2L'}T$, la quantité R_e etant homogène à une résistance.

De sorte que l'on a alors

$$\delta = \frac{T}{2L'}(R_e + R_0) = mR.$$

De même, on peut écrire

$$\gamma = m(R'_e + R'_0) = mR',$$

le coefficient m ayant la même valeur puisque les antennes sont supposées accordées et de même forme. Comme les déviations Δ du bolomètre sont proportionnelles aux carrés de l'intensité, on a

$$i^2 = \frac{A}{RR'(R+R')},$$

en désignant par A une certaine constante.

L'addition d'une résistance non inductrice ρ dans l'antenne réceptrice revient au changement de R en $R+\rho$. Et l'on a

$$i^2 = \frac{A}{R'(R+\rho)(R+R'+\rho)}.$$

On voit que l'expression ρi^2 passe par un maximum pour une valeur

$$\rho_m = \sqrt{R(R+R')},$$

sensiblement égale à $R + \frac{R'}{2}$ si R' est petit par rapport à R.

C'est le cas, par exemple, quand γ se rapporte à une antenne *à bord* et δ à une antenne *à terre*.

Au même degré d'approximation, on peut mettre l'expression de i,

$$i = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{R'(R+\rho)(R+R'+\rho)}},$$

sous la forme

$$i = \frac{a}{b+\rho}, \qquad \text{en posant} \qquad b = R + \frac{R'}{2}.$$

Le coefficient b est donc sensiblement égal à la valeur de ρ qui rend ρi^2 maximum. Pour la valeur $\rho = \rho_m = b$, le courant est réduit à la moitié de sa valeur.

Ainsi, l'énergie absorbée par un détecteur intercalé dans l'antenne est maximum quand la résistance de ce détecteur est égale à la résistance d'amortissement du système, c'est-à-dire quand le courant est réduit de moitié.

La valeur de ρ_m donne directement la valeur de la résistance d'émission R_e quand R_0 est négligeable ou simplement faible vis-à-vis de R_e.

Dans l'application de la relation $\delta = \frac{R_e}{2L}T$ au calcul de δ, on doit observer que ce n'est pas le coefficient L pour des courants superficiels homogènes qu'il faut introduire, mais un coefficient L' qui correspond à la distribution en onde stationnaire.

La relation suppose que l'on ait réalisé un résonnateur fermé (sans rayonnement) ayant même période que l'antenne, une capacité C' concentrée en un point et une self L' répartie uniformément. La résistance R_e de ce résonnateur est telle que $\delta = \frac{R_e}{2L'}T$.

On doit avoir pour ce résonnateur $T = 2\pi\sqrt{L'C'}$.

Tandis qu'on a pour l'antenne $T = 2\sqrt{LC}$.

On voit alors que l'on est amené, pour satisfaire aux conditions imposées au système, à prendre

$$L' = \frac{L}{\pi}, \qquad C' = \frac{C}{\pi}$$

en désignant par L le coefficient de self-induction de l'antenne (antenne et image) pour des courants superficiels homogènes.

Pour une antenne de longueur l, on a ainsi

$$L = 2l.2\mathcal{L}\frac{2l}{r}.$$

Dans l'exemple cité, $l = 55^{m}$, $r = 0^{cm},2$

$$L = 2,4.10^5 \text{ cm.}, \quad T = 0,73.10^{-6},$$
$$L' = \frac{L}{\pi} = 7,6.10^4 \text{ cm.}$$

Si l'on prend $R = 70^{\omega} = 70.10^9$, on trouve

$$\delta = 0,34$$

qui est bien de l'ordre de grandeur du décrément de nos antennes.

PHYSIQUE. — *Sur le mécanisme de la lumière positive.* Note de M. P. VILLARD, présentée par M. J. Violle.

Des considérations mécaniques très simples permettent de reconnaître que le problème de la lumière positive des tubes de Geissler appartient non pas au domaine de la Dynamique, mais à celui de la Statique.

Aucune différence essentielle ne se manifestant quand la pression varie entre des limites même très étendues, il convient d'étudier le phénomène à des pressions suffisantes pour que, dans de larges ampoules, la colonne positive reste très éloignée des parois qui la repoussent manifestement. Une pression de 1^{cm} à 5^{cm} de mercure convient très bien.

L'expérience classique de la déviation magnétique (*fig.* 1) montre immédiatement que l'hypothèse balistique est inadmissible. La *déviation*, au sens géométrique du mot (modification de la direction), est en effet nulle à l'endroit où le champ magnétique est maximum. De plus, cette déviation change deux fois de sens, puisqu'il y a deux points d'inflexion. La figure obtenue est au contraire celle d'un fil flexible et extensible, repoussé par les parois et écarté de sa position primitive par une poulie (1); au point

(1) J'ai fait antérieurement une comparaison analogue (*Scientia : Les rayons cathodiques*. Paris, Gauthier-Villars, 1900).

où l'*écart* est maximum, la tangente est parallèle à la direction primitive.

Cette expérience dans laquelle intervient le centrage par les parois, n'est pas assez simple pour se prêter aisément à un raisonnement correct. Il est préférable de prendre une ampoule très large placée dans un champ magnétique uniforme. On obtient alors un enroulement de sens constant, plan ou hélicoïdal, suivant que le champ est perpendiculaire ou oblique à la ligne des électrodes. La source électrique peut être une bobine d'induction ou un transformateur, ou mieux un condensateur de 1 à 2 microfarads chargé à quelques milliers de volts et se déchargeant au travers d'une bobine d'un demi-millième de henry environ. On obtient un ruban de feu

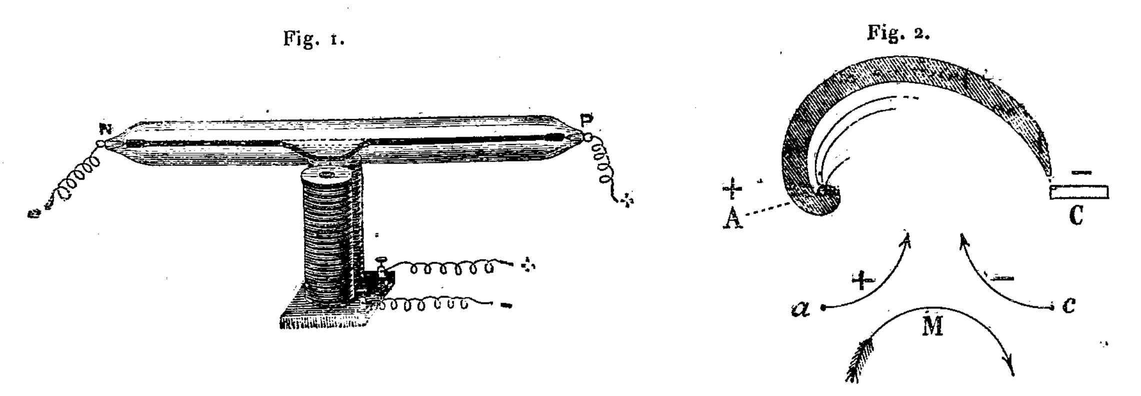


Fig. 1. — Déviation de la lumière positive dans un tube étroit.

Fig. 2. — Enroulement dans un champ uniforme (décharge de 2 microfarads) : A, anode; C, cathode; M, sens du courant magnétisant; *a* et *c*, sens d'enroulement des projectiles positifs et négatifs.

Sont également indiquées trois décharges faibles ayant précédé la décharge principale (pendant la décharge du condensateur) : la longueur de ces aigrettes croît avec l'intensité, ainsi que la déviation.

homogène assez éclatant pour qu'une seule décharge soit facile à photographier, et se comportant dans le champ magnétique comme un courant d'intensité unique, tandis que la décharge ordinaire, d'intensité variable pendant sa durée, donne une nappe largement étalée. La figure 2, calquée sur une photographie, représente le phénomène. Au-dessous sont figurés : 1° le sens du courant magnétisant; 2° le sens de gyration des projectiles négatifs et positifs.

Les lois de la mécanique électromagnétique sont ici applicables sans difficulté et conduisent aux conclusions suivantes :

Un projectile positif ou négatif tourne dans le champ de telle sorte que le courant de convection produit *diminue* le champ magnétique. Un cou-

rant de conduction s'enroule au contraire de manière à *accroître* le champ, c'est-à-dire dans le sens du courant magnétisant. C'est précisément le cas de la lumière positive.

Quand on augmente le champ, les spires décrites par un projectile *diminuent* de diamètre. C'est celui-ci qui *augmente* au contraire dans le cas d'un fil parcouru par un courant, et aussi pour l'enroulement de la lumière positive.

L'hypothèse statique est donc seule admissible, et la colonne positive doit être considérée comme une chaîne conductrice extensible, tendue entre l'anode et la cathode, et constituée par des molécules ou particules gazeuses immobiles ou en mouvement lent.

Entourée d'ions négatifs et de corpuscules, cette chaîne perd de l'électricité positive sur toute sa longueur et l'intensité du courant qui la traverse diminue depuis l'anode jusqu'à l'espace obscur de Faraday où la chaîne anodique, disloquée par les corpuscules, cesse d'exister, tout le courant passant alors par les ions.

Cette manière de voir est confirmée par les faits suivants :

1° Dans un tube étroit où la déperdition par les ions est minime, la colonne anodique est plus longue que dans une ampoule large de même longueur;

2° En augmentant l'intensité du courant, on allonge la chaîne anodique ;

3° Un faisceau cathodique envoyé transversalement par une source auxiliaire supprime la lumière positive sur son trajet (pour cette expérience, une pression assez faible est évidemment nécessaire). Cette expérience explique l'incompatibilité de la lumière positive et des rayons cathodiques.

Il serait naturel d'admettre que le long de la chaîne anodique l'intensité varie exponentiellement; mais en admettant, pour plus de simplicité, une loi de variation hyperbolique, en somme peu différente de la loi exponentielle, on démontre très facilement que la figure d'équilibre de la chaîne en question est une spirale logarithmique (le rayon de courbure doit varier en raison inverse de l'intensité). Or, la courbe de la figure 2 diffère peu d'un arc de spirale, ce qui confirme l'hypothèse énoncée.

La colonne positive présente une électrisation positive sensible : elle est attirée par un objet chargé négativement.

Pour la même raison probablement elle est repoussée par les parois; dans un tube étroit muni d'une tubulure latérale elle s'infléchit devant cette tubulure, par répulsion de la paroi opposée : le centrage se rétablit plus vite du côté cathode que du côté anode.

En employant un tube en U à branches rapprochées, on constate que

deux portions de lumière positive à potentiels très différents s'attirent. L'attraction diminue quand l'intensité augmente, à cause de la répulsion électrodynamique. Il en est de même avec un fil parcouru par un courant.

Ainsi la colonne positive est une chaîne de particules gazeuses parcourue par le courant. Il reste à déterminer si l'émission de lumière est due au passage de ce courant ou à la dislocation progressive de la chaîne par le choc des ions négatifs. Certains faits tendent à faire supposer que c'est la première de ces deux hypothèses qui est exacte.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sulfure d'antimoine et antimoine.* Note de MM. **Chrétien** et **Guinchant**, présentée par M. A. Haller.

Les recherches électriques que nous avons entreprises sur le sulfure d'antimoine nous ont conduits à déterminer tout d'abord les proportions d'antimoine qui se dissolvent dans le sulfure aux températures élevées. M. Pélabon a signalé que ces deux corps se dissolvent mutuellement mais pas en toutes proportions au voisinage de la température de fusion. Il en est de même à toute température jusqu'à l'ébullition du sulfure. Le mélange se sépare toujours en deux couches : une solution de sulfure dans l'antimoine à la partie inférieure et une solution d'antimoine dans le sulfure à la partie supérieure. La différence des densités, déjà assez élevée à la température ordinaire, s'accentue encore à l'état fondu, grâce à la dilatation considérable que subit le sulfure au moment de la fusion.

Densité de l'antimoine et de son sulfure a l'état fondu. — Les corps étaient fondus à l'abri de l'air dans une éprouvette en porcelaine; on y plongeait un récipient en quartz ayant la forme d'un gros thermomètre; au point de jonction du réservoir et du tube une ouverture à lèvre inférieure horizontale permet le remplissage en même temps que le gaz s'échappe par un tube vertical. Le récipient était jaugé au mercure; la capacité d'environ 10^{cm^3} est déterminée à $\frac{1}{1000}$ près quand la forme et la position de l'ouverture sont convenables; la densité est ainsi connue avec la seconde décimale exacte. L'antimoine et le sulfure employés dans ces mesures étaient des produits ordinaires du commerce.

Antimoine.		Stibine.	
t.	*d.*	*t.*	*d.*
13°	6,75	13°	4,63
698	6,55	643	3,85
1156	6,45	1116	3,82

Il serait illusoire de chercher à déduire de ces nombres les coefficients de dilatation : la dilatation influe en effet sur la seconde décimale qui est à la limite des erreurs expérimentales.

Le sulfure d'antimoine éprouve ainsi au moment de la fusion une dilatation d'environ 17 *pour* 100 et sa densité reste, à toute température, très inférieure à celle de l'antimoine.

COMPOSITION DE LA PHASE SULFURE EN PRÉSENCE DE L'ANTIMOINE. — Le mélange d'antimoine et de sulfure pulvérisés était chauffé, pendant une heure environ, à la température de l'observation et fréquemment agité avec la pince thermoélectrique; des additions d'antimoine rendaient la saturation rapide et certaine. Pour saisir la composition de la couche supérieure à température élevée nous avons employé deux méthodes.

A. *Prise d'essai.* — Un tube en cuivre rouge à double circulation d'eau était plongé dans la masse fondue, puis retiré immédiatement. Il reste adhérente au tube une gaine solidifiée d'autant plus épaisse que la température est plus basse. Aux températures élevées la gaine est à peine suffisante pour faire une analyse, et, d'autre part, la dissociation rapide ou l'ébullition de la dissolution entraînent les globules d'antimoine; les proportions d'antimoine trouvées sont parfois extraordinairement élevées et nous avons éliminé ces expériences dans le Tableau qui suit.

B. *Refroidissement brusque.* — Le mélange était chauffé dans un tube de quartz et plongé rapidement dans l'eau froide. Le tube de quartz était cassé et la couche de sulfure soumise à plusieurs analyses pour s'assurer de son homogénéité chimique.

Le Tableau suivant indique le poids p d'antimoine qui s'est ajouté au sulfure pour 100g de la masse totale; l'indice q se rapporte aux mesures faites dans le quartz.

539° ...	11,28	698°$_q$...	16,5	825° ...	20,0	1130° ...	21,3
595 ...	13,2	702 ...	16,0	960 ...	20,6	1167$_q$ ..	21,2
640 ...	14,34	750 ...	17,96	1036 ...	21,0	1180$_q$ ..	21,1
660 ...	15,72	800$_q$...	20,1	1108 ...	21,8	1180 ...	21,9

A 1180° la dissolution est en pleine ébullition et la température ne peut pas être élevée sous la pression atmosphérique.

L'antimoine additionnel varie ainsi à peu près du simple au double (de 11,3 à 22 entre 539° et 1180°). *Le rapport* $p = \frac{\text{Sb additionnel}}{\text{masse totale}} \times 100$ *peut se représenter très approximativement en fonction de la température* t *par deux droites d'inclinaisons très différentes :*

$$p = 20,33 + \tfrac{1}{30}\ (t - 810) \text{ au-dessous de } 810^\circ,$$
$$p = 20,33 + \tfrac{3}{1000}(t - 810) \text{ au-dessus de } 810^\circ.$$

La quantité d'antimoine dans le liquide reste à peu près constante à partir de 810°. Elle correspond à un mélange qui renferme 22,5 pour 100 de soufre; le composé SbS exigerait 21,11.

Les dissolutions à température élevée ne sont pas conductrices à l'état solide dans les parties qui ont été refroidies brusquement; les dissolutions ou parties de dissolutions qui n'ont pas été congelées instantanément sont au contraire très conductrices. La conductibilité est due à l'antimoine qui s'est séparé du sulfure sans avoir le temps de se déposer et reste à l'état pulvérulent emprisonné dans la masse.

En fondant à basse température ces solutions conductrices, elles déposent de l'antimoine et perdent leur conductibilité; on ne peut en aucune façon voir là, comme le pensait Faraday, la preuve de l'existence d'un sous-sulfure conducteur.

Méthode analytique. — Nous avons employé pour toutes ces dissolutions de l'antimoine pur et du sulfure d'antimoine pur obtenu par synthèse. Le grand nombre des analyses et l'exactitude qu'elles nécessitent nous ont conduit à rechercher une méthode rapide et de grande précision applicable à ce cas particulier : nous avons utilisé la réduction totale du sulfure d'antimoine dans un courant d'hydrogène pur. Le composé était chauffé dans un tube à analyse en verre dur préalablement taré : la différence entre le poids final et le poids du tube vide donnait le poids de l'antimoine. L'hydrogène sulfuré était reçu dans des appareils à absorption contenant une solution d'iode décinormale : un titrage de l'iode après la réduction faisait connaître le poids de soufre. Les analyses faites sur un même produit concordent entre elles avec des écarts d'au plus 0,3 pour 100.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des imino-éthers et des imino-chlorures sur les dérivés organo-magnésiens.* Note de M. **R. Marquis**, présentée par M. H. Moissan.

La synthèse des cétones au moyen des dérivés organo-magnésiens a déjà été réalisée de différentes manières.

Rappelons les méthodes de M. Blaise (1) qui fait agir les nitriles, de M. Béis (2) qui part des amides, de M. Fournier (3) qui met en jeu les anhydrides d'acides.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 38 et t. CXXXIII, p. 1217.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 575.
(3) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXV, p. 19.

J'ai abordé le même problème par une autre voie, en me basant sur les considérations suivantes :

L'action des éthers-sels sur les dérivés organo-magnésiens [1], fournissant des alcools tertiaires, a lieu en deux phases :

a. Fixation d'une molécule $R - Mg - X$ sur le CO du groupement $- CO.OR'$;

b. Double échange entre R et OR' conduisant au groupement $-C\begin{smallmatrix}\diagup OMgX \\ - R \\ \diagdown R\end{smallmatrix}$

Si l'on pouvait limiter la réaction à cette dernière phase [2] en bloquant provisoirement le groupement CO, on arriverait à un dérivé d'une cétone.

Ceci m'a conduit à essayer l'action, sur les dérivés organo-magnésiens, des imino-éthers substitués à l'azote

$$R - C \begin{matrix} \diagup\!\!\diagup NR' \\ \diagdown OR'' \end{matrix}.$$

J'ai employé d'abord le phényliminobenzoate de méthyle

$$(R = R' = C^6H^5,\ R'' = CH^3)$$

opposé au phénylbromure de magnésium.

Dans les conditions les plus habituelles, c'est-à-dire en solution éthérée, on n'observe aucune réaction, même après plusieurs heures d'ébullition. Il n'en est plus de même lorsqu'on opère en employant le procédé de M. Bodroux, c'est-à-dire lorsque, ayant remplacé l'éther par du toluène, on ajoute peu à peu l'imino-éther à la solution du dérivé magnésien chauffée vers 100°. On voit alors une réaction nette se produire avec formation d'un précipité insoluble.

En traitant ensuite par l'acide sulfurique dilué à froid, épuisant à l'éther, puis séchant et distillant la solution éthérée, on obtient l'anile de la benzophénone [3] (prismes jaunes, fondant à 112°).

La réaction a donc été la suivante :

$$C^6H^5 - C \begin{matrix} \diagup\!\!\diagup NC^6H^5 \\ \diagdown OCH^3 \end{matrix} + Mg \begin{matrix} \diagup Br \\ \diagdown C^6H^5 \end{matrix} = BrMgOCH^3 + C^6H^5 - C \begin{matrix} \diagup\!\!\diagup NC^6H^5 \\ \diagdown C^6H^5 \end{matrix}.$$

---

(1) Béhal, *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 480.

(2) MM. Gattermann et Maffezzolli (*Berichte*, t. XXXVI, p. 4152) y sont arrivés, avec le formiate d'éthyle, en opérant à une température suffisamment basse (— 45°).

(3) Rohde, *Berichte*, t. XXV, p. 2056.

L'anile est facilement transformé en benzophénone par l'acide chlorhydrique dilué bouillant. Le rendement final en cétone est de 55 pour 100.

Malheureusement, la réaction précédente est loin d'être générale.

Je l'ai essayée successivement, sans succès, avec le bromure d'isoamylmagnésium et le phényliminoacétate d'éthyle, le bromure de propylmagnésium et le phényliminopropionate d'éthyle, le bromure d'*o*-tolyl- et l'iodure de *p*-tolylmagnésium et le phényliminobenzoate d'éthyle. Il se forme dans ces réactions une abondante quantité de produits goudronneux et résineux.

Avec l'iodure d'isobutylmagnésium et le phényliminobenzoate de méthyle, j'ai obtenu, à côté d'une assez grande quantité de benzanilide, une trace d'un produit cétonique dont la semicarbazone, en quantité trop faible pour l'analyse, fondait à 214°.

Le chlorure de benzylmagnésium et le phényliminobenzoate d'éthyle m'ont fourni, au contraire, de la désoxybenzoïne, mais avec un rendement de 10 pour 100 seulement.

J'ai alors essayé l'action du phényliminochlorure de benzoyle, espérant avoir une réaction plus nette :

$$C^6H^5MgBr + C^6H^5-C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup NC^6H^5 \\ \diagdown Cl\end{matrix} = MgBrCl + C^6H^5-C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup NC^6H^5 \\ \diagdown C^6H^5\end{matrix}.$$

Il n'en a rien été. Avec le phénylbromure de magnésium, la proportion de benzophénone formée n'a été que de 30 pour 100 environ. Avec l'isobutylbromure et le *p*-tolyliodure de magnésium, le résultat a été négatif. J'ai toujours retrouvé de la benzanilide provenant de l'hydratation de l'iminochlorure et, dans le cas du toluène *p*-iodé, une assez grande quantité de diphénylbenzamidine (fondant à 147°).

Le meilleur résultat que j'aie obtenu dans cette voie a été dans l'action du chlorure de benzylmagnésium sur le phényliminochlorure de benzoyle, en solution éthérée. On peut alors, après avoir hydrolysé le produit brut de la réaction par l'acide sulfurique à 10 pour 100 bouillant, isoler une quantité de *désoxybenzoïne* pure atteignant 60 pour 100 du rendement théorique. C'est en somme un bon procédé de préparation de cette cétone ([1]).

([1]) Le phényliminochlorure de benzoyle s'obtient en effet très facilement en traitant la benzanilide par PCl^5 et fractionnant dans le vide. Rendement : 92 pour 100 en produit bouillant à 202° sous 31^{mm}.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation d'éthers glycidiques et d'aldéhydes dans la série hexahydroaromatique.* Note de MM. **Georges Darzens** et **P. Lefébure**, présentée par M. A. Haller.

A cause de l'importance toute spéciale que présentent les aldéhydes hexahydroaromatiques, nous avons cru devoir rechercher si la méthode de synthèse des éthers glycidiques imaginée par l'un de nous pouvait s'appliquer aux cyclohexanones et si la décomposition des acides glycidiques correspondants pouvait conduire à une méthode de préparation pratique des aldéhydes hexahydrobenzoïques.

La cyclohexanone et ses trois homologues monométhylés, préparés par la méthode de MM. Sabatier et Senderens, nous ont permis de préparer d'une façon avantageuse les aldéhydes correspondantes; ce sont ces recherches que nous résumons dans la présente Note.

Dans un mélange, bien refroidi vers 0°, de molécules égales de cyclohexanone et d'éther monochloracétique, on ajoute lentement 1^{mol} d'éthylate de sodium sec préparé en dissolvant 1^{at} de sodium dans l'alcool absolu et distillant l'excès de ce solvant dans le vide à 180°.

Le mélange est abandonné à la température ordinaire pendant 48 heures, on le porte ensuite à la température du bain-marie pendant 6 heures environ pour achever la réaction.

La masse est reprise par l'eau et l'éther glycidique, résultant de cette condensation, est décanté, séché sur le sulfate de soude anhydre et purifié par rectification dans le vide.

On obtient ainsi, avec un rendement de 65 pour 100 environ, l'éther de l'oxyde de cyclohexylacétique, éther glycidique dont la composition correspond à la formule

$$CH^2\langle\begin{matrix}CH^2-CH^2\\CH^2-CH^2\end{matrix}\rangle\underset{\diagdown O \diagup}{C\text{——}CH}-CO^2C^2H^5.$$

C'est un liquide incolore, légèrement visqueux, bouillant à 128°-129° sous 17^{mm} et présentant une odeur faible mais extrêmement désagréable de fruits pourris et de scatol.

Cet éther se saponifie très facilement par l'action d'une lessive alcaline à la température de 100°. Les sels alcalins, ainsi que l'acide libre, sont relativement stables.

Pour préparer l'aldéhyde hexahydrobenzoïque, il convient de distiller

lentement l'acide libre dans un vide inférieur à 30mm, il se décompose ainsi très nettement en aldéhyde et acide carbonique. On purifie l'aldéhyde par une rectification dans le vide sans qu'il soit nécessaire de passer par la combinaison bisulfitique.

L'aldéhyde hexahydrobenzoïque bout à 155°-157° à la pression atmosphérique et à 75°-78° sous 20mm. Sa semicarbazone fond à 173°-174° et sa benzylphénylhydrazone à 60°-61°. Elle a une odeur très forte de valéral. M. Bouveault l'avait déjà préparée par une autre méthode (1).

L'orthométhylcyclohexanone nous a donné dans les mêmes conditions l'éther de l'oxyde de *o.*-méthylcyclohexylacétique, liquide bouillant à 129°-131° sous 15mm et ayant une odeur plus désagréable que l'éther glycidique précédent. L'acide se décompose normalement par distillation dans le vide en CO^2 et aldéhyde *o.*-méthylhexahydrobenzoïque.

Cette aldéhyde, non encore décrite, bout à 61°-62° sous 15mm (sa semicarbazone fond à 137°-138°); elle présente une forte odeur camphrée moins désagréable que celle de l'aldéhyde précédente.

L'éther de l'oxyde de *m.*-méthylcyclohexylacétique, préparé à l'aide de la *m.*-méthylcyclohexanone synthétique, bout à 140°-143° sous 20mm. Il permet de préparer facilement l'aldéhyde *m.*-méthylhexahydrobenzoïque, liquide bouillant à 60°-61° sous 15mm et donnant une semi-carbazone fondant à 163°-164°. Cette aldéhyde avait été déjà préparée par un autre procédé par M. Tschitschibabine (2).

L'éther de l'oxyde *p.*-méthylcyclohexylacétique se prépare également très facilement à l'aide de la *p.*-méthylcyclohexanone. C'est un liquide bouillant à 133° sous 18mm et donnant par saponification et distillation dans le vide l'aldéhyde *p.*-méthylhexahydrobenzoïque, liquide à odeur aromatique spéciale et non désagréable bouillant à 64°-65° sous 16mm (sa semicarbazone fond à 168°-169°).

Le procédé de préparation des aldéhydes hydroaromatiques que nous venons d'exposer donne en général de bons rendements et serait très pratique pour l'obtention de ces corps s'il n'était assez pénible à cause de l'odeur très désagréable des éthers glycidiques.

Nous poursuivons ces recherches.

---

(1) BOUVEAULT, *Bull. Soc. chim.*, t. XXXI, 1904, p. 1322.

(2) A.-E. TSCHITSCHIBABINE, *Journ. Soc. phys.-chim. r.*, t. XXXVI, p. 418-421.

MINÉRALOGIE. — *Structure et origine probable du minerai de fer magnétique de Diélette (Manche).* Note de M. L. CAYEUX, présentée par M. Michel Lévy.

Dans le Mémoire inédit que j'ai remis en 1898 à l'Académie des Sciences, pour le concours du Prix Vaillant, j'ai fait connaître la structure du minerai de fer de Diélette (Manche). Les résultats de mes recherches offrant quelque intérêt pour les études qui sont poursuivies en ce moment par MM. Michel Lévy, Bigot et Leclère, sur les auréoles métamorphiques du granite de Flamanville, je me propose de les résumer dans la présente Note.

Le minerai de Diélette occupe le bord occidental du massif granitique de Flamanville, à l'extrémité nord-ouest du Cotentin. Il forme six couches verticales, interstratifiées dans les terrains sédimentaires métamorphisés par le granite. Trois d'entre elles affleurent sur la plage à marée basse ; les autres n'ont été reconnues que par les travaux menés en galerie sous la mer [1]. L'âge du minerai a été discuté. Les observations de M. Bigot permettent de l'attribuer sans aucun doute au Dévonien inférieur.

J'ai soumis à une étude micrographique les minerais les moins riches en fer et les plus finement cristallisés. Au microscope, ils montrent du fer oxydulé prédominant, de l'oligiste et différents minéraux dessinant des taches de couleur claire. Le fer oxydulé constitue des octaèdres, quelquefois isolés, presque toujours soudés, et formant une trame continue qui englobe les différentes particules minérales associées à la magnétite. Il engendre même des plages d'étendue très variable où la fusion des cristaux est complète.

Un observateur qui examinerait des sections minces du fer magnétique de Diélette, sans être préparé à leur interprétation par l'étude de différents types de minerais, serait exposé à n'y voir qu'un mélange confus de fer magnétique et de minéraux accessoires. Or, la distribution du fer oxydulé est telle, dans certains cas, qu'il est évident que la roche était *oolithique* à l'origine, et que sa structure première a été presque complètement effacée

---

(1) ED. FUCHS et L. DE LAUNAY, *Traité des gîtes minéraux et métallifères*, t. I, 1893, p. 736.

par le développement de la magnétite. Cette notion est fondée sur les observations suivantes :

1. L'étude minutieuse de nombreuses coupes minces, tirées des minerais les plus pauvres, permet de retrouver des vestiges d'oolithes en magnétite. Ce sont presque toujours des corps, plus ou moins engagés dans la matière ferrugineuse ambiante et qui réalisent très nettement la forme et une partie des caractères des oolithes calcaires et ferrugineuses.

Beaucoup d'éléments juxtaposés, pourvus de larges adhérences, sont dégagés en plusieurs points de leur surface et limités, dans les parties libres, par de petites lignes courbes régulières qui, prolongées par la pensée, s'accordent toujours, quel qu'en soit le nombre, pour jalonner un contour circulaire ou elliptique.

2. On reconnaît, même dans les plages dont la physionomie première est le plus altérée par l'abondance de la magnétite, des espaces non ferrugineux, circonscrits par des lignes courbes d'un dessin très régulier. Ce sont des *espaces interoolithiques* fermés de tous côtés par des bords d'oolithes intimement soudées entre elles. Il en est qui affectent la forme de triangles curvilignes.

3. De nombreux corps oolithiques, parmi ceux qui sont le moins déformés par des adhérences, ont gardé la trace très apparente d'un noyau non transformé en magnétite. Seule, la zone corticale, primitivement caractérisée par une structure probablement concentrique, est envahie par le fer oxydulé. Les nucléus ont une section circulaire ou elliptique.

4. Le cas le plus intéressant est fourni par des individus extrêmement rares, pourvus d'un noyau en magnétite qui sollicite immédiatement l'attention par une apparence réticulée. L'étude de minerais appartenant à d'autres gisements me permet de considérer ce nucléus comme un débris d'Encrine dont la structure a été conservée et soulignée par la matière ferrugineuse. De pareils éléments servent fréquemment de centres aux oolithes ferrugineuses et calcaires. Ils étaient constitués par du carbonate de chaux à l'origine.

Bref, de nombreux indices rapidement énumérés dans cette Note mettent en lumière deux faits essentiels :

1. Le minerai de fer de Diélette révèle au microscope l'existence de corps ferrugineux qui ont conservé tous les caractères des oolithes les plus typiques, à l'exception de la structure concentrique qui a été détruite par le développement des octaèdres de magnétite.

Cette structure oolithique s'est étendue primitivement à toute la roche. A la suite d'une longue étude du minerai, l'œil parvient à isoler de nombreuses formes oolithiques dans les plages où l'on ne distingue à première vue qu'un chaos d'éléments de fer oxydulé.

2. Il est démontré que de la magnétite occupe la place d'éléments qui étaient certainement calcaires à l'origine.

En tablant sur ces observations et sur de nombreuses données réunies

en étudiant les minerais de fer oolithique de France, je puis affirmer que le minerai de Diélette procède d'un *calcaire oolithique*. Cette notion s'accorde parfaitement avec la découverte de Polypiers, faite par M. Bigot, dans le voisinage des couches ferrugineuses.

On peut faire deux hypothèses sur l'évolution de cette roche :

1. Le calcaire oolithique a été transformé directement en minerai de fer magnétique et oligiste, par métamorphisme, au moment de la mise en place du granite.

2. La substitution du fer au calcaire est bien antérieure à l'éruption. Elle a engendré des oolithes qui étaient déjà à l'état de carbonate ou d'oxyde de fer quand elles ont subi l'influence du granite. L'action métamorphique se réduit à un changement d'état du fer des oolithes.

Je n'ai aucun fait d'observation à invoquer en faveur de l'une de ces hypothèses. La seconde a l'avantage à mes yeux d'être conforme à l'*Histoire des minerais de fer oolithique,* telle que je l'ai présentée à l'Académie en 1898. Il convient d'ajouter que M. Michel Lévy, dans sa belle étude du granite de Flamanville (¹), a observé que le métamorphisme subi par les terrains qui renferment le minerai est relativement faible. Cette circonstance fait supposer que l'introduction du fer dans le calcaire oolithique n'est pas due à l'action du granite.

ZOOLOGIE. — *Sur les Gastéropodes Nudibranches et sur les Marséniadés de l'Expédition antarctique du Dr Charcot.* Note de M. A. **Vayssière**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

En juillet 1905, M. le Dr Charcot me faisait remettre par le Professeur Joubin, du Muséum, les quelques Mollusques nus ou paraissant tels qui avaient été recueillis pendant son expédition. Tous ces animaux avaient été pris à l'île d'Anvers ou à l'île Wandel, entre le 64° et le 65° de latitude Sud, et le 64° de longitude Ouest.

Malgré leur nombre très restreint, sept individus tous d'espèces différentes, l'intérêt qu'ils présentent me paraît assez considérable, car la plupart sont nouveaux et doivent former des types génériques.

Sur ces sept animaux, six sont bien des Mollusques Gastéropodes, mais

(¹) Michel Lévy, *Contribution à l'étude du granite de Flamanville* (*Bull. Carte géol. France,* t. V, 1893-1894, n° 36).

le septième appartient à l'embranchement des Vers : c'est un Turbellarié Rhabdocœle du groupe des Géoplanidés. Par l'ensemble de son organisation assez rudimentaire, il mérite de constituer un genre nouveau que j'ai dénommé *Rhodoplana* pour rappeler qu'il offre à la fois des rapports avec les Géoplanidés et avec le genre Rhodope.

Parmi les six Gastéropodes, quatre sont des Nudibranches et les deux autres des Marséniadés.

Un des Nudibranches est une variété de petite taille de l'*Archidoris tuberculata* de Cuvier; son aire géographique, que l'on croyait cantonnée au nord de l'océan Atlantique et mers avoisinantes (Méditerranée, mer du Nord), se trouve être considérablement étendue par la découverte de cet exemplaire dans l'extrême-sud de l'Atlantique.

Les trois autres Nudibranches se rattachent plus ou moins aux Æolididés. L'un est un type nouveau pour lequel je crée le genre *Guy-Valvoria*; par ses divers caractères il se rattache à la fois aux Facélinidés, aux Tergipédinés et aux Æolidiadés.

Le second est un bel exemplaire de très grande taille (124^{mm} de longueur sur 45^{mm} de largeur maximum) du *Notæolidia gigas*, cet Æolidien géant que sir C. Eliot a fait connaître en 1905 dans son Mémoire sur les Nudibranches de la « Scottish national antarctic Expedition » et dont il m'a été possible d'étudier assez complètement l'organisation.

Enfin le troisième, pour lequel je crée le genre *Charcotia,* est un peu rattaché aux Æolididés par son organisation interne et aux Tritoniadés (famille des Téthymélibidés) par l'existence d'un grand voile céphalo-péribuccal et par son facies général.

Quant aux deux Marséniadés, l'un de très grande taille est une nouvelle espèce du genre *Marseniopsis*; l'autre, de dimensions restreintes, par la structure de son manteau et par quelques autres détails anatomiques, doit former un genre nouveau que j'ai nommé *Lamellariopsis*; ce genre peut être placé dans le voisinage des *Marseniopsis* et des *Marsenina*.

Par cette courte énumération, l'on constate l'importance scientifique des sujets rapportés par l'Expédition, puisque, sur les sept individus étudiés, quatre deviennent des types de genres nouveaux et un cinquième forme une espèce distincte. L'étude détaillée de tous ces animaux fait l'objet d'un travail assez étendu, accompagné de quatre planches, qui est à l'impression.

D'après ce premier résultat, la faune malacologique des régions polaires antarctiques promet de nous procurer encore de nombreuses formes nouvelles n'ayant que peu d'analogie, surtout avec les Nudibranches des régions chaudes et tempérées.

ZOOLOGIE. — *Sur la structure de la paroi sporale des Myxosporidies.* Note de MM. L. Léger et E. Hesse, présentée par M. Alfred Giard.

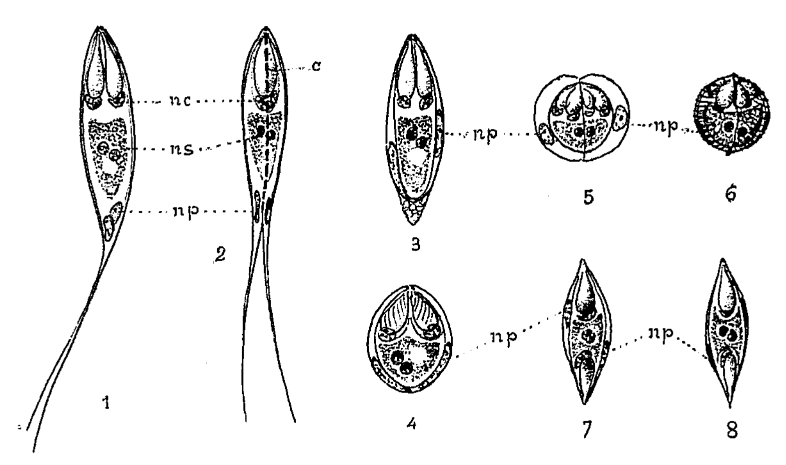
En étudiant le mode de formation et la structure de la spore chez diverses espèces de Myxosporidies, nous avons remarqué que, chez celles-ci comme chez le *Chloromyxum truttæ* signalé précédemment, et contrairement à ce que l'on admet, la paroi sporale n'est pas anhiste mais bien constituée au début par deux éléments cellulaires propres, les cellules pariétales, qui donneront chacun une des valves de la spore.

Nous citerons ici, comme exemple, quelques-unes des principales formes de spores de Myxosporidies.

Myxidium. — Nous avons étudié un *Myxidium* qu'on trouve en abondance dans la vessie urinaire des Brochets du lac Majeur, et que nous rapportons au *M. Lieberkuhni*, bien que ses spores soient un peu plus petites que celles de l'espèce type d'après les indications des auteurs. Ici, les cellules pariétales se voient avec la plus grande netteté au cours de la formation de la spore. D'abord assez larges et renfermant un cytoplasme liquéfié clair, elles montrent chacune leur noyau très visible vers le milieu de la spore (*np*, *fig.* 7). A mesure que la spore mûrit (c'est-à-dire pendant la différenciation des filaments capsulaires et la division du noyau sporoplasmique) les cellules pariétales s'aplatissent de plus en plus, au point que leurs deux faces viennent en contact en s'appliquant étroitement sur le contenu sporal (sporoplasme et capsules). Ainsi se constitue la paroi définitive de la spore qui présente alors un contour beaucoup plus accusé. Néanmoins, le noyau des cellules pariétales reste très longtemps visible, même chez les spores mûres, sous forme d'une tache chromatique allongée (*fig.* 8). Il est facile de démontrer, en outre, que chacune des deux cellules pariétales aplaties devient une des valves de la spore, par une imprégnation au nitrate d'argent qui met en évidence la ligne de suture valvaire et révèle l'existence d'une bande de substance cémentaire retenant les valves accolées et présentant de courtes solutions de continuité à intervalles réguliers. Cette substance unissante des valves, qui est comme une conséquence de leur indépendance primitive, s'observe chez toutes les spores de Myxosporidies. Nous l'avons seulement représentée ici pour la spore d'*Henneguya* vue de profil (*c*, *fig.* 2).

Henneguya. — Chez *Henneguya psorospermica* de la Perche et du Brochet et chez sa forme *H. anura* de la Perche, la spore montre également, au cours de sa formation, une enveloppe formée de deux cellules allongées et aplaties sur le contenu (*fig.* 2 et 3). Les noyaux sont d'abord situés vers le milieu de chaque cellule pariétale, position qu'ils conservent souvent chez la forme *H. anura* (*fig.* 3), mais dans la forme normale, à longs appendices valvaires, les noyaux des cellules pariétales gagnent ordinairement la base de ces appendices (*np*, *fig.* 1), lesquels ne sont autres que des émanations des cellules pariétales. Toutefois il arrive assez souvent que l'un reste vers le milieu de la

spore tandis que l'autre gagne la base. Les noyaux pariétaux sont d'abord circulaires avec un nucléole et la chromatine sur un réseau lâche, puis ils s'aplatissent et s'étirent avec la cellule de sorte que, à la maturité parfaite, ils ne sont plus représentés que par une tache chromatique allongée (*np*, *fig.* 2).



Spores de Myxosporidies (color. forte à l'Hém. ferr.). — 1, 2, 3, *Henneguya*. — 4, *Myxobolus*. — 5, 6, *Chloromyxum*. — 7, 8, *Myxidium*. × 1250. *nc*, noyaux capsulaires. *ns*, noyaux du sporoplasme. *np*, noyaux des cellules pariétales. *c*, bande de ciment unissant les valves.

Myxobolus. — La spore des *Myxobolus* qui présente, comme on le sait, les plus grandes affinités morphologiques avec celle des *Henneguya*, montre comme cette dernière, au cours de sa formation, deux cellules pariétales à grand noyau bien visible et situé vers le milieu de la spore. A mesure que la spore mûrit, les deux cellules pariétales s'aplatissent étroitement sur son contenu en se rétractant surtout dans la partie postérieure, ce qui détermine les gaufrures typiques connues depuis longtemps dans ces spores. En même temps, les noyaux pariétaux, le plus souvent réfugiés dans le rebord sutural (*np*, *fig.* 4), dégénèrent en s'allongeant considérablement; néanmoins leur trace reste encore quelque temps visible dans les spores arrivant à maturité.

Chloromyxum. — Chez les *Chloromyxum* qui ont, comme on le sait, des spores tétracapsulées, l'enveloppe est également formée de deux valves résultant de la transformation de deux cellules pariétales. Chez *Ch. truttæ*, ainsi que l'un de nous l'a précédemment signalé, ces cellules sont d'abord relativement larges (*fig.* 5), mais, à mesure que la spore mûrit, leur paroi externe se rétracte en se plissant, ce qui détermine la formation des crêtes concentriques caractéristiques à la surface de l'enveloppe sporale (*fig.* 6). Le noyau *np* des cellules pariétales se voit encore longtemps de chaque côté comme une petite tache retenant fortement la coloration.

De ces différentes observations, nous croyons pouvoir conclure que, chez les Myxosporidies s. str., la paroi sporale n'est pas un simple produit de sécrétion anhiste, mais est au contraire toujours constituée aux dépens de deux cellules pariétales dont chacune donne finalement une des valves

de la spore. La spore des Myxosporidies s. str. présente ainsi la même organisation que celle des Actinomyxidies, qui ne diffère de la première que par sa symétrie ternaire et le nombre des germes qu'elle contient. Ces caractères différentiels ne nous paraissent pas suffisants pour faire des Actinomyxidies un ordre spécial de Néosporidies distinct et de même valeur que celui des Myxosporidies, ainsi que l'ont proposé Caullery et Mesnil, et nous pensons que ces parasites doivent simplement constituer une famille très homogène dans le groupe des Myxosporidies.

ZOOLOGIE. — *Un genre de Lamellibranches à bouches multiples.* Note de M. **Paul Pelseneer**, présentée par M. Alfred Giard.

I. Tous les animaux métazoaires, à l'exception des Spongiaires, possèdent une bouche unique. Et ce caractère est assez constant et assez important pour que, parmi eux, on ait opposé ces derniers à tous les autres, sous le nom de *Polystomes*.

Or il existe un genre de Lamellibranches qui est toujours pourvu, d'une façon absolument normale, de deux orifices buccaux symétriques, un droit et un gauche : c'est le genre *Lima;* et bien qu'il ait été fréquemment étudié à divers points de vue (organes génitaux et excréteurs, branchies, système nerveux, yeux, etc.), cette disposition n'y a jamais été signalée.

II. Dans les diverses espèces de ce genre que j'ai pu examiner [*L. hians* Gmelin (océan Atlantique), *L. squamosa* Lamarck, *L. Loscombi* Sowerby (Atlantique) et *L. inflata* Chemnitz (Méditerranée), *L. sp.* (mer de Florès, Indes néerlandaises)] les deux lèvres forment, en effet, dans la partie tout à fait antérieure du corps, une masse ventrale unique, *indivise*. Et, de chaque côté de celle-ci, les palpes labiales, distinctes, laissent entre elles une ouverture linéaire.

Chacune de ces ouvertures est une bouche, car elle mène directement dans l'œsophage; chacune d'elles correspond à la moitié, gauche ou droite, d'un orifice buccal unique primitif, partagé en deux par une longue soudure médiane des lèvres, sur la face ventrale.

III. Par contre, chez le genre très voisin *Limatula* Wood (généralement considéré jusqu'ici comme n'ayant que la valeur d'une section sub-générique), la bouche est simple, comme dans tous les autres Lamellibranches connus (j'ai pu constater la chose sur *L. elliptica* Jeffreys, de l'Atlantique nord et *L. pygmæa* Philippi, de l'Amérique du Sud).

IV. Il faut noter que, dans les *Lima*, s'observe un fort raccourcissement antéro-postérieur du corps, et que la région « céphalique », un peu saillante, est portée très en avant contre le bord du manteau et de la coquille.

Or le manteau est largement ouvert, la coquille est très bâillante et ne peut se fermer, alors que ses valves peuvent, au contraire, s'écarter beaucoup plus que celles des autres Lamellibranches. Il en résulte que la partie buccale du corps se trouve directement exposée *sur la ligne médiane*.

D'autre part, dans les *Limatula*, la coquille n'est nullement bâillante. Ainsi s'explique peut-être, chez le premier genre, la suture des lèvres en ce point médian et la naissance consécutive de deux bouches latérales symétriques, mieux abritées; tandis que chez le second la bouche unique s'est conservée inaltérée.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Rayons* X *et activité génitale.* Note de M. F. Villemin, présentée par M. Alfred Giard.

Des expériences récentes ont démontré que des rayons X appliqués localement ou non sur les testicules détruisent plus ou moins complètement la glande séminale. Schönberg [1] a exposé des lapins et des cobayes à l'action des rayons X pendant 300 à 1200 minutes; ces animaux conservent leur instinct génital, mais deviennent inféconds; ils n'ont pu féconder des femelles avec lesquelles ils ont cohabité pendant 5 à 6 mois. Bergonié et Tribondeau [2] ont étudié histologiquement les testicules de rats blancs soumis aux rayons X et sont arrivés aux résultats suivants : la glande séminale est détruite; il ne reste dans les tubes séminifères que le syncytium nourricier; mais les éléments sexuels peuvent se régénérer dans un temps relativement court (1 mois et demi environ après la dernière expérience). La glande interstitielle ne subit aucune modification et présente même une certaine hypertrophie.

Nous avons repris ces expériences et avons opéré comme il suit :

Nos rayons étaient mous, pénétrants, produits par une ampoule de Müller de 25^{cm} d'étincelle, avec osmo-régulateur. L'intensité du courant variait entre 7 et 9 ampères

(1) A. Schönberg, *Ueber eine bisher unbekannte Wirkung der Röntgenstrahlen auf den Organismus der Tiere* (*München. med. Wochenschr.*, 27 Okt. 1903, p. 1859).

(2) Bergonié et Tribondeau, *Action des rayons* X *sur le testicule du rat blanc* (*C. R. Soc. de Biol.*, 8 nov. et déc. 1904).

et 70 volts. L'ampoule était placée à 12^{cm} du cobaye fixé sur une planchette; les rayons étaient dirigés exclusivemeut sur les testicules au moyen d'un diaphragme en plomb [1]. Ces rayons ont été appliqués sur 4 cobayes mâles.

Cobaye n° 1. — 4 séances de 10 minutes à 7 jours d'intervalle. Il meurt d'accident.

Cobaye n° 2. — 4 séances de 10 minutes à 7 jours d'intervalle; 4 séances de 15 minutes à 7 jours d'intervalle. 3 semaines de repos et 1 séance de 15 minutes.

Cobaye n^os 3 et 4. — 4 séances de 10 minutes à 7 jours d'intervalle; 3 séances de 15 minutes à 7 jours d'intervalle; 1 mois de repos; 2 séances de 15 minutes.

Ces applications de rayons X n'ont déterminé aucun trouble chez nos animaux; ils sont tous en bon état.

Le testicule du cobaye n° 1 ne présentait rien de particulier macroscopiquement, si ce n'est une légère atrophie. L'examen histologique montre un organe avec début de dégénérescence massive de la glande séminale. La glande interstitielle est normale.

Cobaye n° 2. — Quelques jours après la dernière application de rayons X, nous le mettons en présence de femelles et nous constatons qu'il a conservé toute son activité génitale et effectue le coït. L'animal est sacrifié 12 jours après. Son tractus génital ne présente rien de particulier : *la verge et les vésicules séminales possèdent leurs dimensions normales*. Les testicules sont considérablement diminués de volume; ils ont une teinte brune au lieu de la teinte blanc rosé caractéristique. L'épididyme ne semble pas modifié. L'examen histologique donne les résultats suivants : les tubes séminifères ne renferment aucun des représentants de la lignée spermatogénétique. Le syncytium sertolien a persisté et remplit plus ou moins complètement la lumière canaliculaire. Les cellules interstitielles existent entre ces tubes; leur nombre paraît sensiblement plus élevé que dans le testicule normal. Au lieu d'être localisées dans les carrefours intertubulaires, elles forment des cordons qui enveloppent de toute part les canalicules séminifères. Les modifications que nous venons de signaler s'observent dans toute l'étendue du testicule.

Nous avons fait les mêmes observations sur les cobayes n° 3 et n° 4. La structure du testicule de nos animaux est donc tout à fait semblable à celle qu'on observe chez les animaux cryptorchides semblables aux entiers et chez les animaux ayant subi, comme dans les expériences d'Ancel et Bouin, une sténose des voies excrétrices du sperme.

Les rayons X réalisent donc une dissociation entre les deux glandes du testicule. D'une part, ils détruisent l'épithélium séminal; d'autre part, ils respectent la glande interstitielle. Cette constatation, jointe à celles que nous avons faites sur l'état anatomique et physiologique de nos animaux considérés au point de vue génital, nous conduit aux considérations suivantes :

---

[1] Nous sommes heureux de remercier ici M. le D^r Chavigny, répétiteur à l'École du Service de Santé militaire, qui a bien voulu mettre à notre disposition les appareils nécessaires pour mener à bien nos expériences.

On sait que l'intégrité morphologique du tractus génital et que la conservation de l'activité sexuelle sont sous la dépendance du testicule. En effet, chez les cobayes adultes castrés, on voit assez rapidement la verge et surtout les vésicules séminales diminuer dans toutes leurs dimensions et, en outre, l'activité sexuelle disparaît d'une façon complète. L'intégrité du tractus génital et de l'instinct sexuel chez nos animaux démontre que l'action générale du testicule n'est pas sous la dépendance de la glande séminale, puisque la disparition de celle-ci n'a aucune influence sur ce tractus et cet instinct. Il nous faut donc admettre que cette action générale est sous la dependance de la glande interstitielle, seule partie du testicule qui soit demeurée intacte après l'action des rayons X. La conclusion à laquelle nous sommes amené vient de confirmer l'opinion d'Ancel et Bouin qui ont démontré, à la suite d'expériences de diverse nature, que, dans le testicule, la glande interstitielle seule possède une action générale sur l'organisme.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la maladie de la Graisse des vins.* Note de MM. E. **Kayser** et E. **Manceau**, présentée par M. Müntz.

Pasteur [1] attribue la maladie de la Graisse des vins à un ferment qu'il décrit sous la forme de chapelets, de petits globules sphériques, dont le diamètre n'atteint pas 1^{μ}. Kramer [2] a critiqué cette description et isolé des bâtonnets de $0^{\mu},6$ à $0^{\mu},8$ sur 2^{μ} à 6^{μ}, anaérobies, qui rendraient filants des vins blancs additionnés de glucose. Börsch, Aderhold ont signalé des formes différentes; Meissner a séparé des levures qui rendraient le vin filant. Kramer avait reconnu la formation de la mannite dans les solutions neutres de saccharose, et, plus récemment, MM. Mazé et Pacottet [3] ont dosé la mannite, l'acide lactique, l'acide acétique, l'alcool dans du bouillon de haricots sucré ensemencé avec des cultures provenant du dépôt d'un vin vieux.

Nous nous sommes proposé, depuis plusieurs années, l'isolement des germes caractéristiques de la maladie de la Graisse, l'étude de leurs condi-

---

(1) Pasteur, *Études sur le Vin,* 1866.
(2) Kramer, *Die Bakteriologie,* 1890 et 1892.
(3) Mazé et Pacottet, *Annales de l'Institut Pasteur,* avril 1904.

tions d'existence, de leurs aliments, de leurs produits d'élaboration, tout particulièrement dans les vins.

Nos premières cultures ont été obtenues de vins blancs jeunes, très filants, provenant de trois régions différentes : la Champagne, la Vendée et l'Yonne.

Les méthodes de séparation sont connues, mais pour la composition des milieux solides ou liquides utilisés, nous avons tenu compte des indications données par l'étude analytique préliminaire de nombreux vins gras. Les germes retirés des trois vins ont été ensemencés dans des vins analogues et ont reproduit les altérations antérieurement constatées.

Morphologie. — Les microorganismes retirés de ces trois vins offrent certaines ressemblances avec le ferment mannitique, que M. Gayon a bien voulu mettre à notre disposition; ils s'en distinguent surtout par le trouble, sans voile, des milieux de culture. La forme du ferment de la Graisse est nettement bacillaire, variable avec les milieux. On peut obtenir 2, 4, 6, 8, ... articulations de $0^{\mu},7$ à $0^{\mu},9$ de diamètre. Avec l'âge, les ferments gras se rassemblent en chapelets minces, très longs, enchevêtrés, qui forment finalement une masse gluante au fond du liquide.

Physiologie. — Le ferment présente des caractères plutôt anaérobies. Les cultures sont faciles dans le vide, elles le sont moins en flacons remplis et bien bouchés, et deviennent difficiles, mais sans formation de voile, dans des flacons remplis à moitié et fermés au coton.

La température optima, variable avec les milieux, est d'environ 30°.

Les bacilles sont tués par chauffage à 50°-55° pendant 15 minutes dans la plupart des milieux.

1° *Étude dans le milieu artificiel.* — Composition du liquide, par litre : 10^{g} peptone, 10^{g} lévulose, $0^{g},5$ phosphate de potasse, $0^{g},1$ sulfate de magnésie.

Si l'on supprime la lévulose, le développement est nul. La peptone est indispensable, bien qu'une fraction très faible soit utilisée. Le ferment exige des milieux très riches en matières azotées. Pour 100^{g} de lévulose, nous avons obtenu : mannite 60^{g} à 62^{g}, acide lactique 20^{g} à 23^{g}, acide acétique, avec traces d'acides gras supérieurs, 11^{g} à 12^{g}, acide carbonique 3^{g} à 4^{g}, alcool $1^{g},5$ à 2^{g}. Ces nombres se rapprochent de ceux que MM. Gayon et Dubourg ont obtenus pour le ferment mannitique. Nous n'avons pas recueilli d'hydrogène. Il se forme $0^{g},040$ d'ammoniaque par litre dans le liquide précédent.

A la lévulose nous avons substitué différents sucres : le glucose, le saccharose, le lactose. Le glucose fermente moins bien en donnant des acides lactique, acétique et de l'alcool. Le saccharose est inverti dans le liquide précédent, faiblement acide, et donne les produits du glucose et de la lévulose, ce dernier sucre disparaissant en premier lieu. Le lactose est attaqué.

Les sels ammoniacaux, l'urée, le glycocolle, l'asparagine, l'allantoïne, les albumines de l'œuf, l'ichthyocolle ne conviennent pas comme aliments azotés.

L'influence de l'acidité est remarquable. Le liquide précédent devient encore quelquefois filant lorsqu'il reçoit, par litre, 1g,5 d'acide tartrique ou malique, 1g d'acide citrique, 1g,5 d'acide succinique. Au delà de ces doses, le liquide est de moins en moins filant et la multiplication devient rapidement impossible. L'acide acétique n'a pas d'action à des doses dix fois plus élevées. Le rôle de l'alcool est analogue à celui des acides.

L'addition de 1g,50 de bitartrate de potasse, par litre, n'est pas nuisible; mais le liquide ne file plus, bien que la multiplication soit sensible, si la proportion s'élève à 6g par litre.

2° *Étude dans le vin.* — Toutes nos expériences ont été effectuées sur des vins préalablement stérilisés. Les influences les plus remarquables sont celles de l'acidité libre, dosée par la méthode de MM. Berthelot et de Fleurieu, de l'alcool et des matières azotées. L'acidité totale présente moins d'importance. Un vin est encore devenu gras après addition de 0g,4 de tannin par litre. Nous avons caractérisé la formation de la mannite et de l'acide lactique inactif dans des vins, stérilisés préalablement, ensemencés avec nos ferments et devenus filants. Lorsque la composition du vin devient de moins en moins favorable, le développement est plus faible et le vin n'est pas filant. Les ferments peuvent être habitués aux antiseptiques : acide sulfureux, fluorures, etc.

La consistance huileuse des liquides est en relation avec la facilité du développement des germes. Cette consistance disparaît toujours après quelques mois, même en vases scellés, et les ferments se rassemblent en masse gluante au fond du liquide. Le chauffage à 80° fait disparaître le caractère filant.

Conditions pour qu'un vin devienne gras. — Un vin renfermant du sucre, aliment nécessaire, et particulièrement de la lévulose, ne peut devenir gras que si sa composition est favorable à la multiplication des microorganismes. Les facteurs les plus importants sont : l'acidité libre, l'alcool, les matières organiques azotées, les sels de potasse. Les vins en fermentation lente ou gênée sont plus exposés en raison de la présence de l'acide carbonique qui protège les ferments gras contre l'action de l'air. Ces conditions se trouvent dans certains vins de Champagne qui sont reconnus comme plus facilement attaqués, tels certains vins blancs de raisins blancs et les vins dits *de suite*.

Le mode de développement lent est extrêmement fréquent dans les vins mousseux de Champagne.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur la toxine et l'antitoxine cholériques.* Note de MM. **Brau** et **Denier**, présentée par M. E. Roux.

Nous avons déterminé, dans une Note antérieure (¹), les conditions qui nous permettent d'obtenir, en milieu albumineux, une toxine soluble, avec tous les vibrions cholériques authentiques.

Cette toxine, comme l'ont indiqué MM. Metchnickoff, Roux et Salimbeni, est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et précipitable par le sulfate d'ammoniaque. Les agents physiques, air et lumière combinés, paraissent avoir sur ce produit une faible action.

Cette toxine dialyse à travers une membrane de collodion. D'autre part les liquides toxiques, simplement filtrés sur cette membrane, conservent toute leur activité. L'action de la chaleur sur ce poison n'est manifeste qu'à de hautes températures, et il faut au moins un chauffage à 120° pour lui faire perdre ses propriétés.

Injectée aux animaux, surtout dans les veines, la toxine cholérique manifeste brusquement ses effets sans période d'incubation.

Sous la peau ou dans la péritoine, la dose minima mortelle pour le cobaye de 250^g est environ $0^{cm^3},5$. Par la voie veineuse, au contraire, cette toxine est active au $\frac{1}{4}$ et même au $\frac{1}{10}$ de centimètre cube.

S'il suffit de $0^{cm^3},5$ à $1^{cm^3},5$ de ce poison, introduit dans la circulation, pour tuer en quelques heures des lapins du poids de $1^{kg},500$ à 2^{kg}; il faut au minimum 15^{cm^3} à 20^{cm^3} de cette toxine, pour déterminer, par injection intra-péritonéale ou sous-cutanée, des accidents qui provoquent en quelques jours la mort de l'animal.

Enfin, le chien et le cheval sont surtout sensibles à l'inoculation veineuse de ce poison. Les doses minima mortelles sont respectivement 5^{cm^3} pour le chien, 30^{cm^3} pour le cheval.

La souris est peu sensible à cette toxine. Des essais d'inoculation directe dans l'intestin grêle du cobaye et du lapin ont donné des résultats médiocres.

Les cobayes, les lapins, les chèvres et les chevaux, qui sont difficilement immunisés quand on leur injecte la toxine sous la peau, acquièrent l'immunité active lorsqu'ils reçoivent la toxine dans les veines. Toutefois, quel que soit le degré d'immunisation, ils ne peuvent recevoir plus de deux doses mortelles à la fois.

(¹) Brau et Denier, *Comptes rendus*, séance du 14 août 1905.

Le sérum des animaux qui ont reçu la toxine sous la peau a un faible pouvoir antitoxique. Cette propriété est au contraire beaucoup plus manifeste, si le poison cholérique a été introduit dans les veines.

Un cheval auquel on a injecté dans les veines, en 6 mois, un demi-litre de toxine, fournit un sérum dont $\frac{1}{50}$ de centimètre cube neutralise, après un contact de 30 minutes *in vitro*, deux doses mortelles de toxine cholérique.

Injecté préventivement sous la peau, ce sérum protège le cobaye pendant une dizaine de jours environ. Enfin, il est également curatif s'il est introduit dans le péritoine.

Outre qu'il est antitoxique, ce sérum présente encore des propriétés antimicrobiennes, agglutinantes et précipitantes.

La toxine cholérique, soumise à la température de l'ébullition, donne un sérum dont l'activité est en tous points comparable à celle du sérum précédent.

Enfin, des cultures vivantes de vibrion cholérique injectées dans les veines d'un cheval donnent également un sérum antitoxique (¹). Ce sérum, toutes conditions égales, est plus actif que ceux préparés avec les toxines solubles. Nous nous trouvons là en présence d'un fait observé depuis longtemps à l'Institut Pasteur, dans la préparation du sérum antipesteux, et signalé depuis par M. Besredka dans ses études sur l'endotoxine pesteuse et sur l'endotoxine typhique.

Pour toutes ces raisons, la toxine cholérique, produite en milieu albumineux, paraît voisine des endotoxines pesteuse et typhique. Il nous semble, d'autre part, qu'il n'y ait pas lieu d'établir de distinction entre la toxine contenue dans les corps de microbes et celle que l'on trouve dans les liquides de culture.

ÉNERGÉTIQUE. — *Sur les lois de l'élasticité musculaire et leur application à l'Énergétique.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Alfred Giard.

On sait que, d'après M. Ranvier, dans le muscle strié, les disques épais sont contractiles, les disques minces purement passifs; ceux-ci s'allongent toujours; quand le muscle agit à longueur constante, il y a, simultanément à l'allongement passif des disques minces, raccourcissement actif des

(¹) Le sérum a été préparé par M. Salimbeni.

disques épais. De ce fait, la force musculaire φ n'est pas égale au poids supporté p, mais à ce poids diminué de p', réaction des disques épais, laquelle peut, d'ailleurs, être positive ou négative : p' dépend de l'allongement purement élastique et du raccourcissement actif qui déterminent Λ, la longueur du muscle. D'autre part, à l'état de repos, le muscle présente toujours une tension, en particulier la tonicité musculaire, soit ϖ. La tension réelle T est donc $p + \varpi$. Le problème des lois de la force musculaire revient à déterminer la fonction $\varphi = f(\Lambda, T)$, c'est-à-dire à préciser les lois de l'élasticité du muscle.

Les résultats consignés dans les Traités sont contradictoires. Les énoncés de M. Chauveau peuvent s'écrire, à la condition de considérer des surcharges très petites, Λ_0 étant la longueur initiale,

$$d\Lambda = K\Lambda_0 \frac{dp}{p};$$

d'où, en intégrant,

$$\Lambda = K\Lambda_0 \log p.$$

C'est la formule de Preyer, laquelle, en dehors de son incorrection mathématique, est incomplète au point de vue physiologique, puisqu'elle néglige ϖ, la tonicité musculaire et les quantités de même nature.

Si l'on pose $d\Lambda = K\Lambda_0 \frac{dp}{p+\varpi}$, on a, en intégrant,

$$\Lambda = K\Lambda_0 \log\left(1 + \frac{p}{\varpi}\right), \tag{1}$$

expression qui interpole remarquablement les expériences de Boudet de Pâris sur un gastrocnémien de grenouille. La formule étant

$$\Lambda = 6{,}55 \log\left(1 + \frac{p}{6{,}10}\right),$$

on a

p en grammes...	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Λ obs. en millim.	0	1,45	2,8	3,78	4,2	4,73	5	5,4	5,65	6
Λ calc...........	0	1,70	2,76	3,54	4,14	4,64	5,06	5,43	5,76	6,08
Λ obs. — Λ calc..	0	−0,25	+0,04	+0,24	+0,06	+0,09	−0,06	−0,03	−0,11	−0,08
p en grammes...	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Λ obs. en millim.	6,3	6,55	6,75	7	7,15	7,40	7,55	7,75	7,85	8,05
Λ calc...........	6,32	6,57	6,79	6,99	7,19	7,37	7,54	7,7	7,85	7,99
Λ obs. — Λ calc..	−0,02	−0,02	−0,04	+0,01	−0,04	+0,03	+0,01	+0,05	0	+0,06

L'interpolation, dirigée par des données physiologiques, permet, comme

on le voit, d'expliciter et de calculer, dès l'instant qu'elle est justifiée par la théorie, des quantités difficilement accessibles à l'observation directe, comme les quantités de la nature de la tonicité musculaire, dont l'importance énergétique a été bien mise en lumière par M. Ernest Solvay ([1]) et dont la somme pour le gastrocnémien étudié est égale à $6^g,6$.

L'équation (1) étant transcendante, nous avons construit un abaque qui permet de calculer ϖ, connaissant la tangente à l'origine $\Lambda'_0 = \frac{k}{\varpi}$ et un couple de valeurs particulières p, Λ; on forme la quantité $m = \frac{\Lambda}{p\Lambda'_0}$. L'abaque donne en ordonnées les valeurs de $\frac{p}{\varpi}$ correspondant aux valeurs de m portées en abscisses.

Parfois, l'observation conduit à des courbes à un ou plusieurs points d'inflexion; dans ces cas, les tissus sont hétérogènes et les points d'inflexion s'expliquent par des ruptures de tissus moins rigides.

En appliquant, comme il semble légitime, la formule (1), mais avec des paramètres différents, aux catégories claires et opaques des disques minces, on arrive à l'expression

$$(2) \qquad \varphi = T - \frac{e^{\Lambda}}{T^{\alpha}},$$

e étant la base des logarithmes népériens, ϖ étant choisi pour unité de T, Λ étant proportionnel à l'allongement et α à la somme des produits des allongements toujours positifs des disques minces par leur nombre et par les valeurs de leurs paramètres K.

Si l'on admet que *la dépense est proportionnelle au produit de la force musculaire φ par le temps*, on doit conclure, d'après (2), que, à Λ constant, elle croîtra plus vite que le poids, puisqu'elle est proportionnelle à une différence qui augmente quand T augmente; en effet, d'après de récentes expériences de M. Chauveau ([2]), la dépense croît comme une fonction parabolique du poids ([3]); à Λ négatifs croissants, comme dans nos expériences d'épuisement avec Joteyko, elle tendra à la proportionnalité avec le poids ([4]). Si T varie à chaque instant suivant une loi complexe, la loi

---

([1]) *Du rôle de l'Électricité dans les phénomènes de la vie animale*, p. 20.
([2]) *Comptes rendus*, 20 juin 1904.
([3]) *Comptes rendus*, 27 juin 1904.
([4]) *Comptes rendus*, 28 décembre 1903.

de la dépense affectera des formes compliquées, qui vraisemblablement s'évanouiront si l'on substitue au poids ou à la pression la variable φ qui en est une fonction complexe.

La formule (2), combinée avec la proportionnalité de la dépense à φ, conduit à d'autres conséquences intéressantes. Par exemple, on voit immédiatement que la dépense croîtra avec le raccourcissement, qu'elle croîtra avec le travail $\mathfrak{S}$ du muscle, car Λ et T augmentent quand $\mathfrak{S}$ augmente; la dépense croîtra d'autant plus vite que dans $\mathfrak{S}$ le facteur T, qui est le gros terme de φ, sera prépondérant sur Λ; etc.

PALÉONTOLOGIE. — *Nouvelles données paléontologiques sur le Dévonien de l'Ahenet occidental (Mission de MM. R. Chudeau et E.-F. Gautier).* Note de M. **Émile Haug**, présentée par M. de Lapparent.

Dans une Note récente (1) j'ai pu préciser l'âge de plusieurs niveaux fossilifères du Dévonien de l'Ahenet occidental (Sahara central), en me basant sur l'étude des récoltes paléontologiques faites par M. Noël Villatte. Je suis à même aujourd'hui de compléter ces données, grâce à des collections provenant d'un voyage accompli en mai et juin 1905 par MM. R. Chudeau et E.-F. Gautier dans la même région. Ces deux intrépides explorateurs ont bien voulu me confier l'étude paléontologique de leurs matériaux, auxquels sont venus s'en ajouter d'autres recueillis par M. E.-F. Gautier au cours d'un précédent voyage. M. Chudeau fournira certainement lui-même, à son retour, des renseignements stratigraphiques plus détaillés que ceux que je puis donner ici.

On sait déjà, par les explorations antérieures de M. E.-F. Gautier et du capitaine Besset, que l'Ahenet est en grande partie constitué par des grès éodévoniens, formant de grands plateaux et reposant en discordance sur un substratum plissé. M. Chudeau évalue leur épaisseur à environ 300^m; il a reconnu l'existence de failles nombreuses et de plis à grand rayon de courbure. Les grès de Tadjerdjera et de Taloaq paraissent assez fossilifères; ce sont de véritables grauwackes, analogues à celles du Coblentzien rhénan; mais on y trouve aussi des organismes ayant conservé leur test. Voici les espèces dont j'ai pu reconnaître la présence : *Spirifer* cf. *Hercyniæ* Gieb., *Sp. Flamandi* n. sp. (espèce voisine de *Sp. Rousseaui* de Vern. non M. Rouault), *Tropidoleptus rhenanus* Frech var. *sahariana* (forme un peu moins large que le type de

(1) Émile Haug, *Sur les fossiles dévoniens de l'Ahenet occidental recueillis par M. Noël Villatte* (*Comptes rendus*, 4 déc. 1905).

l'espèce), *Pentamerus* sp. indet. aff. *vogulicus* de Vern., *Wilsonia Henrici* Barr. sp., *Pterinea fasciculata* Goldf., *Edmondia* n. sp. indet., *Tentaculites* n. sp. aff. *spiculus* Hall, *Homalonotus* cf. *Herscheli* Murch.

Cette faune occupe évidemment le même niveau paléontologique que les grès de Haci Cheikh, dans le Tidikelt, dont M. G.-B.-M. Flamand a le premier donné une liste de fossiles (1). Les matériaux recueillis par M. Gautier dans cette même localité me permettent d'ajouter à cette liste *Tropidoleptus rhenanus* Frech var. *sahariana, Spirifer Flamandi* n. sp., *Sp.* n. sp. aff. *arduennensis* Schnur.

Les grès éodévoniens du Tassili des Azdjer appartiennent au même horizon; ils renferment également *Tropidoleptus rhenanus* Frech var. *sahariana, Spirifer Flamandi* n. sp. et *Homalonotus* cf. *Herscheli* Murch. L'âge coblentzien de ces divers gisements ne peut plus faire de doute aujourd'hui, mais il est bon de remarquer que, tout au moins dans l'Ahenet, les fossiles sont localisés dans la partie supérieure des grès.

C'est aussi dans cette partie supérieure que M. Chudeau a observé des intercalations de marnes bariolées. L'unique fossile déterminable qu'il y a recueilli, à Haci-Kokdi, peut être identifié à *Spirifer auriculatus* Sandb., espèce coblentzienne voisine de *Sp. cultrijugatus* F. Rœm., de l'Eifelien.

Le Dévonien moyen est représenté dans l'Ahenet par plusieurs niveaux fossilifères, dont l'un, caractérisé par la présence d'*Agoniatites Vanuxemi* Hall, a été découvert par M. Villatte.

Les grès éodévoniens supportent, à Tikhedit, des marnes riches en Brachiopodes, renfermant : *Spirifer* cf. *granulifer* Hall, *Athyris* sp. indet., *Tropidoleptus carinatus* Conr. var. *africana, Platyostoma* cf. *lineata* Conr. Ces espèces, et en particulier *Tropidoleptus carinatus,* sont parmi les plus caractéristiques des couches de Hamilton de l'État de New-York. Les échantillons nombreux et bien conservés de *Tropidoleptus carinatus* diffèrent du type par le pincement plus accentué des valves. La présence de variétés de *Tropidoleptus rhenanus* et de *Tr. carinatus* dans deux assises superposées est à rapprocher de la même succession observée au Brésil par Fr. Katzer.

Les marnes à *Tropidoleptus* sont surmontées, d'après M. Chudeau, par des calcaires spathiques, ferrugineux, où prédominent les Céphalopodes.

A Meghdoua et à Ennfouss certains bancs sont entièrement constitués par de petites coquilles coniques, lisses, identiques à une espèce abondante dans le Dévonien moyen du Harz et de la Thuringe, *Styliolina lævis* Richt. sp. A Meghdoua un exemplaire d'*Agoniatites obliquus* Whidb. a été recueilli dans les mêmes assises.

A Redjel Imrad les fossiles sont transformés en hématite brune et sont plus ou moins polis par les actions éoliennes. A part deux Gastéropodes (*Pleurotomaria* aff. *subcarinata* F.-A. Rœm., *Tropidocyclus Murchisoni* Fér. et d'Orb.) et des *Orthoceras* spécifiquement indéterminables, on trouve en abondance une Goniatite de petite taille à ombilic très étroit, à tours renflés, à ligne suturale très simple et décrivant une courbe légèrement convexe en avant. C'est une espèce nouvelle, voisine d'*Anarcestes*

(1) G.-B.-M. Flamand, *Sur la présence du Dévonien inférieur dans le Sahara occidental* (*Bas Touat et Tidikelt, archipel touatien*) (*Comptes rendus,* 2 juin 1902).

nuciformis (Whidb.) Holzapf., du Givétien, que je propose d'appeler *Anarcestes Chudeaui*. Je la considère comme un terme de passage entre le genre *Anarcestes* et le genre *Chiloceras*.

L'ensemble des couches qui font suite aux grès éodévoniens représente le Dévonien moyen; les couches à *Tropidoleptus carinatus* correspondent vraisemblablement, comme les couches de Hamilton, leur équivalent américain, à l'étage Eifelien; tandis que les couches à *Anarcestes Chudeaui* appartiennent peut-être au Givétien.

Je rappellerai que M. Villatte a en outre découvert le Dévonien supérieur dans la même région et qu'un niveau très fossilifère du même âge existe dans le nord du Mouydir (*Spirifer Verneuili* Murch., *Productella*, *Rhynchonella* pl. sp.).

Ainsi se précisent peu à peu nos connaissances relatives à la succession des faunes dévoniennes dans le Sahara central, en même temps que ressortent les analogies avec les régions classiques d'Europe et d'Amérique.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la faune du terrain houiller inférieur de Baudour (Hainaut)*. Note de M. **J. Cornet**, présentée par M. Barrois.

Entre le sommet du Calcaire carbonifère du Hainaut et les assises houillères qui renferment les premières couches de charbon maigre de la formation, il existe une épaisseur de 70^m à 80^m de strates complètement stériles, constituant la zone H1*a* de la Carte géologique de Belgique, généralement connue sous le nom d'*assise des phtanites* d'après la roche caractéristique de ce niveau. Elles correspondent au *terrain houiller sans houille* d'André Dumont et sont représentées dans le bassin de Liége par l'étage de l'*ampélite de Chokier*, dont les noyaux calcaires remplis de Goniatites sont connus depuis longtemps.

Au bord septentrional du bassin houiller de Mons, l'assise des phtanites débute, au contact du calcaire carbonifère à cherts noirs, par des phtanites non fissiles, en bancs, puis en lits minces, avec des intercalations de lits peu épais, puis de zones de plusieurs mètres de puissance de schistes siliceux fissiles. A mesure que l'on s'élève dans l'assise, ces schistes changent de caractère et bientôt la roche dominante est un schiste noir, peu siliceux, se divisant en larges feuillets plans et renfermant quelques bancs tendant vers le psammite, le grès ou le macigno. Enfin, l'assise se termine par des grès d'une extrême finesse, gris noir, ou blancs par altération. Ces roches, que nous appelons *grès du bois de Ville*, forment, au sommet de l'assise des

phtanites, un horizon bien caractéristique, reconnu en affleurement sur 7^{km}. Immédiatement au-dessus, commencent les couches avec houille maigre de l'assise H1*b*.

Jusque dans ces derniers temps, l'assise des phtanites n'avait jamais, dans le bassin de Mons, été explorée en profondeur et l'on n'y connaissait qu'un petit nombre de fossiles animaux provenant des affleurements des schistes siliceux de la partie inférieure et, presque exclusivement, d'une localité unique (Casteau). Ces fossiles sont : *Listracanthus hystrix, Phillipsia* cf. *globiceps, Posidonomya Becheri* et un *Productus* indéterminé. Grâce à d'importants travaux souterrains entrepris dans les schistes de la partie supérieure de l'assise, nous pouvons, aujourd'hui, allonger considérablement cette liste. Le charbonnage de Baudour, près de Mons, dans le but d'atteindre le terrain houiller productif sans traverser le revêtement crétacique, a commencé, en mars 1901, le creusement, dans l'affleurement septentrional du terrain houiller inférieur, de deux tunnels inclinés de 25° vers le sud. Le plus avancé de ces ouvrages est aujourd'hui arrivé à 929^{m} de l'orifice, ce qui, en tenant compte de la pente du sol, correspond à une profondeur de 371^{m}. Les couches ont la même inclinaison générale que les tunnels; mais, grâce à des ondulations secondaires et à une série de failles, on a pu reconnaître une épaisseur de strates de 43^{m} à 44^{m}.

Les schistes compris dans cette épaisseur renferment de nombreux fossiles animaux parmi lesquels dominent les Pélécypodes, les Céphalopodes et les Poissons. Les Brachiopodes et les Crinoïdes sont très rares; les Gastropodes et les Polypiers font entièrement défaut. On y trouve, en outre, une flore intéressante dont M. A. Renier a entrepris l'étude (voir la Note suivante).

En général, les fossiles du gisement de Baudour sont fortement aplatis entre les feuillets schisteux et, chez les Céphalopodes, la structure interne est ordinairement perdue, ce qui en rend la détermination difficile. Par contre, les détails de l'ornementation extérieure sont souvent admirablement conservés. Dans les roches gréseuses et calcareuses on trouve cependant quelques fossiles non aplatis. Parmi les schistes de la partie moyenne de la zone reconnue se trouvent de gros noyaux calcaires remplis de Goniatites bien conservées identiques à ceux de Chokier.

A mesure de l'avancement des travaux, M. C. Richir, ingénieur-directeur du charbonnage, a recueilli avec le plus grand soin ces précieux débris et les échantillons que nous avons à notre disposition ont été, presque exclusivement, récoltés par lui. La paléontologie du terrain houiller du bassin franco-belge devra beaucoup au dévouement de cet ingénieur distingué.

Bien que l'étude de la faune de Baudour soit loin d'être terminée, nous croyons pouvoir, dès à présent, en donner la liste suivante :

POISSONS. — *Campodus Agassizianus* de Kon., *Petrodus patelliformis* M'Coy, *Listracanthus hystrix* Newb. et Wort., *Listracanthus Beyrichii* von Kœn., *Xystracan-*

thus Konincki Max. Loh., *Rhizodopsis minor* Ag., *Megalichthys Agassizianus* de Kon., *Acrolepis Hopkinsi* M'Coy, *Elonichthys Aitkeni* Traquair. Certains lits schisteux renferment en abondance des coprolithes de poissons.

Céphalopodes. — *Orthoceras Steinhaueri* J. Sow., *O. pygmæum* de Kon., *O. anceps* de Kon., *O. dilätatum* de Kon., *O. giganteum* Sow., *O. annuloso-lineatum* de Kon.; *Cyrtoceras Gesneri* Flem. sp., *Cyrtoceras rugosum* Flem. sp.; *Nautilus sulcatus* J. Sow., *Nautilus subsulcatus* Phill., *Nautilus stygialis* de Kon., *Nautilus globatus* Phill., *Discites compressus* J. Sow.; *Glyphioceras Beyrichianum* de Kon. sp., *Glyphioceras striolatum* Phill. sp., *Glyphioceras reticulatum* Phill. sp., *Dimorphoceras Gilbertsoni* Phill. sp.

Pélécypodes. — *Pterinopecten papyracens* Sow. sp., *Aviculopecten Losseni* von Kœn., *Aviculopecten gentilis* Sow. sp., *Pseudamusium fibrillosum* Salter sp., *Posidonomya Becheri* Bronn, *Posidonomya membranacea* M' Coy, *Leioptera laminosa* Phill. sp., *Leioptera longirostris* Hind, *Posidoniella lævis* Brown sp., *Posidoniella minor* Brown sp., *Posidoniella vetusta* Sow., *Posidoniella elongata* Phill. sp., *Myalina Flemingii* M' Coy.

Les Posidonielles se distingue par leur extrême abondance en individus; elles tapissent parfois par millions les feuillets schisteux. On les trouve aussi attachées en grappes à des débris végétaux et même à des coquilles d'Orthocères.

Brachiopodes. — *Productus scabriculus* Martin, *Productus semireticulatus* Martin, *Productus carbonarius* de Kon., *Chonetes Laguessiana* de Kon., *Spirifer bisulcatus* Sow., *Orthis resupinata* Martin, *Streptorhynchus crenistria* Phill. sp., *Orbiculoidea* (*Discina*) *nitida* Phill. sp., *Lingula parallela* Phill., *Lingula mytiloides* Sow., *Orthis carbonaria* Swallow (?)

Divers. — *Spirorbis carbonarius* Murch., Crustacés, Myriapodes et Vers indéterminés; *Poteriocrinus; Conularia Destinezi* Moreels, *Conularia irregularis* de Kon.

Cette liste comprend un total de 52 espèces déterminées. En y ajoutant celles que nous n'avons pas encore pu identifier, faute d'échantillons suffisants et quelques espèces qui nous paraissent nouvelles, nous pourrons porter ce nombre à 70 environ. Telle qu'elle est, la liste qui précède montre l'analogie des couches de Baudour avec la *Pendleside Series,* que M. W. Hind place à la base du terrain houiller du Lancashire, en dessous du Millstone Grit.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la flore du terrain houiller inférieur de Baudour* (*Hainaut*). Note de M. **Armand Renier**, présentée par M. Barrois.

On ne connaissait jusqu'ici que peu de chose de la flore de l'assise de base du terrain houiller inférieur de Belgique, désigné sous la notation H1*a*

par la Carte géologique au $\frac{1}{40000}$ et connu plus couramment sous le nom d'*assise de l'ampélite de Chokier*, ou encore sous celui d'*assise de Loverval*. En outre de l'*Asterocalamites scrobiculatus* Schloth. sp. abondamment répandu, on y avait signalé *Neuropteris Loshii* Brongn. (*N. antecedens* Stur.) à Casteau, et *Trigonocarpus Danvesii* Lindley et Hulton, à Chokier.

Grâce aux habiles et persévérantes recherches de M. C. Richir, ingénieur-directeur du Charbonnage de Baudour, et à l'amabilité de M. Jules Cornet, qui a bien voulu mettre à ma disposition ses collections personnelles, et m'autoriser à poursuivre ces études dans les laboratoires de Géologie de l'École des Mines de Mons, je suis aujourd'hui à même de donner une liste très importante des intéressantes espèces végétales de l'assise H1*a*. Ainsi que M. J. Cornet a eu l'honneur d'en faire part à l'Académie dans une Note (voir ci-dessus) où il expose les premiers résultats d'une étude parallèle qu'il a faite, de la faune de Baudour, les terrains traversés par les deux tunnels inclinés du charbonnage appartiennent à la partie supérieure de l'assise de Chokier. Les débris végétaux n'y sont pas rares, quoique toujours désintégrés et souvent profondément macérés. Cette flore est très variée, ainsi qu'en témoigne la liste ci-après, qui résume les résultats de mes premières recherches :

Sphenopteris Larischi Stur sp.; *S. Stangeri* Stur sp.; *S. dicksonoïdes* Gœpp. sp.; *S.* cf. *Schillingsii* Andræ; *S. Essinghi* Andræ; *S. elegans* Brongn.; *S.* cf. *trydactilites* Brongn.; *Rhodea moravica* Ettingh. sp.; *Palmatopteris subgeniculata* Stur sp.; *Archæopteris* cf. *dissecta* Gœpp.; *Adiantites oblongifolius* Gœpp. sp.; *A. Machernaki* Stur; *A. sessilis* von Rœhl; *Neuropteris antecedens* Stur; *N. obliqua* Brongn. sp.; *Pecopteris aspera* Brongn.; *P. dentata* Brongn.; *Alethopteris decurrens* Artis sp.; *A.* cf. *Davreuxi* Brongn. sp.; *Lyginodendron* sp.; *Sphenophyllum tenerrimum-trichomatosum* Stur; *Asterocalamites scrobiculatus* Schloth. sp.; *Calamites cistiiformis* Stur; *Lepidodendron aculeatum* Sternb.; *L. obovatum* Sternb.; *Lepidophloïos laricinus* Sternb.; *L.* cf. *macrolepidotus* Goldenb.; *Lepidophyllum lanceolatum* Lindley et Hutton; *Stigmaria ficoïdes* Sternb.; *Dorycordaïtes* sp.; *Artisia* sp.; *Cordaïanthus* sp.; *Trigonocarpus Parkisoni* Brongn.; *T. Schultzii* Gœpp. et Berger; *Rhabdocarpus lineatus* Gœpp. et Berger; *Cordaïcarpus Cordai* Geinitz sp.; *Cardiocarpus* sp.; *Samaropsis bicaudatus* Ridston; *Walchia* (?) *antecedens* Stur.

Soit au total 39 espèces, auxquelles viendront certainement s'ajouter pour le moins une douzaine d'autres, parmi lesquelles de nombreux *Sphenopteris*, dont un voisin du *S. Larischi*; des *Pecopteris*, dont un rappelle le *Pecopteris armasi* Zeiller; des *Alethopteris*, des *Calamites*, des *Rnorria*, des *Rhabdocarpus*, etc.

Quoi qu'il en soit, le caractère de cette flore est dès à présent établi. Bien que l'on y rencontre des espèces westphaliennes d'ailleurs rares, la

flore de Baudour comprend surtout des espèces caractéristiques du Culm (1 *Carbonflora* de M. Potonié). Elle est, en tous cas, de beaucoup plus ancienne que celle de la zone A, reconnue par M. Zeiller dans le bassin houiller de Valenciennes, et s'en distingue très nettement. C'est là un fait d'une haute portée pratique.

OCÉANOGRAPHIE. — *Le calcaire et l'argile dans les fonds marins.* Note de M. J. Thoulet.

Les nombreuses analyses (environ 130) que depuis plusieurs années j'ai exécutées des échantillons en boudins de fonds marins recueillis par S. A. S. le Prince de Monaco et dont il avait bien voulu me confier l'étude peuvent, au point de vue du calcaire et de l'argile, donner lieu aux énoncés de lois suivants résumant les résultats obtenus.

La constitution mécanique, physique, chimique et minéralogique des fonds marins résulte des circonstances régnant au sein des eaux sus-jacentes et surtout à leur surface, ainsi que de celles régnant sur le fond même. L'étude de cette constitution à ces multiples points de vue permet, par conséquent, de formuler des conclusions relatives aux circonstances ayant présidé à la genèse des fonds.

La proportion relative du sable et de la vase, dans un fond, la mesure de la dimension des grains et l'observation de leur forme anguleuse ou arrondie permettent d'affirmer l'existence de courants à la surface du sol sous-marin et même d'évaluer leur direction et leur intensité.

Rien n'autorise à penser que la proportion de calcaire contenue dans un fond diminue avec la profondeur. Le calcaire tire surtout son origine des innombrables animalcules calcaires (Foraminifères) vivant principalement dans les régions supérieures de la mer et tombant après leur mort en pluie sur le sol sous-jacent. Leur quantité amoncelée en un point quelconque et leur nature dépendent donc des conditions superficielles (courants, température, densité, etc. des eaux) et aussi, quoique beaucoup moins, des conditions intermédiaires et inférieures (courants permanents ou accidentels). On en dirait autant des particules siliceuses d'origine organique (Diatomées). Géographiquement, les événements supérieurs se projettent donc, en donnant à ce mot sa signification géométrique, sur le plan horizontal du lit océanique.

Les dépôts d'origine continentale cessent à une faible distance des ri-

vages. Dans les dépôts profonds qui leur font suite, et en laissant de côté les sédiments d'origine volcanique, l'argile amorphe, résistant aux acides étendus, est d'origine continentale. D'une façon générale, un océan comme le Pacifique, vaste relativement au développement de ses côtes et à l'apport minéral des fleuves qui s'y déversent, aura évidemment un lit peu argileux, tandis qu'un autre océan comme l'Atlantique septentrional et équatorial, dans les conditions inverses, sera très argileux. Mais la proportion d'argile pourra être masquée par les sédiments ayant une autre origine. Le Pacifique est en réalité moins argileux que l'Atlantique, bien que sa superficie soit en majeure partie couverte par l'argile rouge formant, à temps égal, une couche infiniment moins épaisse que celle, en partie calcaire, qui se dépose sur le fond de l'Atlantique. Ce dernier océan est en réalité plus argileux, quoique sa proportion d'argile y soit masquée par le calcaire qui recouvre la presque totalité de son lit, et, à temps égal, la couche de sédiment y est bien plus épaisse. C'est que la rapidité d'accumulation dépend beaucoup plus du calcaire que de l'argile. On aurait, par conséquent, tort de croire que tous les fonds abyssaux sont peu épais et se sont déposés lentement. A profondeur égale, quelque considérable qu'elle soit, un fond abyssal peut être déposé très rapidement et être très épais, tandis qu'ailleurs il peut s'être déposé avec beaucoup de lenteur et être très mince. A durée de sédimentation égale, un fond calcaire offre une épaisseur bien plus grande qu'un fond purement argileux.

Ces considérations, applicables aux sédiments géologiques anciens, éclairent singulièrement les conditions extérieures des océans disparus, contemporains des dépôts aujourd'hui fossiles qui se sont formés autrefois au fond de leur lit.

M. Edmond Seux adresse une Note *Sur un mode de construction des plans aéroplanes, permettant d'augmenter, dans de notables proportions, leur valeur sustentatrice et leur stabilité de route.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. Leonardo Ricciardi adresse une Note sur *La Chimie dans la genèse et dans la chronologie des roches éruptives.*

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

M. **Demachy** annonce une découverte relative au siège du germe de la syphilis.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et quart.

M. B.

ERRATA.

(Séance du 12 mars 1906.)

Note de M. *Charles Nordmann,* Sur les forces électromotrices de contact entre métaux et liquides et sur un perfectionnement de l'ionographe :

Page 627, ligne 5 en remontant, *au lieu de* terminé par un ajutage rodé, de manière que ..., *lisez* terminé par un ajutage, rodé de manière que ....

Même page, ligne 26 en remontant, *au lieu de* $E = \varepsilon\left(1 - e^{-\frac{nrt}{c}}\right)$, *lisez* $E = \varepsilon\left(1 - e^{-\frac{nrt}{C}}\right)$.

Note de M. *Marcel Chevalier,* Sur les glaciers pléistocènes dans les vallées d'Andorre :

Page 662, ligne 14 en remontant, *au lieu de* Solden, *lisez* Soldeu.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 MARS 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Méthodes pour la recherche des particules lumineuses mêlées aux gaz de la chromosphère et des protubérances solaires. Application pendant l'éclipse de* 1905. Note de M. **H. Deslandres.**

La chromosphère solaire et les protubérances qui s'en détachent sont encore imparfaitement connues; la matière qui les constitue n'est pas encore complètement déterminée. Cette assertion peut surprendre au premier abord, car les protubérances ont été l'objet de recherches extrêmement nombreuses dans toutes les éclipses antérieures et surtout en dehors des éclipses, grâce aux méthodes spectrales qui assurent leur reconnaissance journalière depuis près de 40 ans.

Les recherches antérieures, il est vrai, ont porté presque exclusivement sur les gaz et vapeurs des protubérances, alors que, probablement, les particules incandescentes en suspension, liquides ou solides, entrent aussi dans leur composition et pour une part notable. Dans l'étude spectrale, les raies fines très brillantes des gaz les décèlent facilement, presque aussi bien en dehors des éclipses que pendant l'éclipse elle-même; mais le spectre continu, qui annonce les particules, plus difficile à reconnaître et à isoler, échappe dans la très grande majorité des cas. A ce sujet, j'écrivais en 1893 (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 1054) : « La couronne qui entoure de tous côtés la chromosphère offre un spectre continu intense dans les parties basses. La chromosphère présente aussi peut-être un spectre continu; mais, sur ce point, il est difficile de décider, puisque la lumière

de la chromosphère traverse la couronne. » Je rappelais en même temps l'observation photographique faite par moi en mars 1892, à Paris, d'un spectre continu intense qui était émis par une belle protubérance et se détachait bien sur le spectre continu à raies noires de notre ciel (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 783). Mais le cas cité est exceptionnel; ce qu'il faut rechercher, c'est l'état des choses dans le cas général.

Le rôle des particules dans l'atmosphère terrestre est considérable ; il peut être au moins aussi grand dans l'atmosphère solaire et, en effet, c'est à ces particules que plusieurs auteurs rapportent, en grande partie, l'absorption exercée par l'atmosphère solaire et aussi les variations brusques de cette absorption, constatées récemment par Langley, variations qui nous importent au plus haut degré, puisqu'elles impliquent des variations correspondantes de la chaleur totale reçue par notre terre. La question du spectre continu émis par les protubérances a donc une réelle importance. Or, les éclipses totales offrent des conditions favorables à la recherche de ce spectre continu, car la lumière de notre ciel, dont le spectre continu se superpose au précédent et le masque en temps ordinaire, disparaît pendant la totalité. On peut s'étonner que les observateurs d'éclipses continuent toujours à porter leurs efforts sur la partie gazeuze seule, qui apparaît alors, il est vrai, plus brillante et plus étendue.

De mon côté, dans l'éclipse dernière, j'ai abordé la recherche du spectre continu par une méthode nouvelle qui a donné des résultats intéressants. Le problème, envisagé directement, se pose de la manière suivante : les protubérances émettent-elles un spectre continu et dans quelle proportion, par rapport à la lumière totale, ou par rapport à la lumière des gaz? La réponse est difficile à cause de la superposition du spectre continu émis par la couronne. Aussi convient-il de poser le problème autrement. Les protubérances émettent-elles un spectre continu plus intense, aussi intense ou moins intense que les régions voisines de la couronne ?

J'exposerai successivement les résultats antérieurs qui se rapportent plus ou moins au sujet, les méthodes et appareils employés par moi dans la dernière éclipse et les résultats obtenus.

Recherches antérieures. — Dans les éclipses de 1870, 1882, 1883, 1886, Tacchini a reconnu que souvent les protubérances, pendant la totalité, apparaissaient plus hautes et plus larges qu'en dehors de l'éclipse et qu'elles offraient des colorations variables du rouge vif au blanc rose; même, en 1886, il a signalé une protubérance très haute, appelée par lui *blanche* à cause de sa couleur et non visible après l'éclipse, car elle ne donnait pas le spectre de l'hydrogène; par contre elle émettait fortement les raies H et

K du calcium et un spectre continu [1]. On peut objecter cependant qu'elle est une simple masse coronale qui aurait entraîné des vapeurs de la chromosphère, comme il arrive parfois à l'époque du maximum des taches.

La même objection ne s'applique pas à la protubérance du 3 mars 1892 dont il a été question plus haut, observée en dehors d'une éclipse, car elle émettait avec force à la fois les raies de l'hydrogène et du calcium, des raies métalliques et un spectre continu.

Au même moment Fenyi et Hale ont signalé des faits analogues et l'on a pu penser que les protubérances éruptives, tout au moins, étaient riches en particules.

Dans l'éclipse de 1900 (Mémoires des spectroscopistes italiens, vol. 29), Tacchini et Riccò ont observé et dessiné deux protubérances voisines très curieuses (angle de position 236°), qui étaient roses, mais offraient sur leur pourtour un liséré blanc et à leur sommet des aigrettes d'un blanc très vif. Ils n'ont pas reconnu d'une manière spéciale le spectre de cette protubérance. Heureusement j'ai pu combler la lacune avec mes propres observations. J'avais organisé en 1900 deux chambres prismatiques en spath et quartz qui donnent tout le spectre lumineux et ultra-violet. Les quatre épreuves de la couronne, obtenues avec l'aide de Millochau, montrent les raies de l'hydrogène et du calcium, des raies métalliques et un spectre continu émis par cette protubérance.

Mais on n'a pu décider si le spectre continu est dû aux parties roses ou blanches de la protubérance; l'image solaire est petite et surtout la chambre prismatique convient mal pour cette recherche spéciale, car elle réunit et confond les spectres de points de la couronne situés en ligne droite.

Recherches de la dernière éclipse. — Pour l'éclipse de 1905, j'ai cherché des moyens d'investigation plus parfaits. Il faut pouvoir comparer nettement les spectres continus des protubérances et de la couronne et préciser les points de la protubérance qui émettent le spectre continu. Le spectroscope ordinaire à fente convient à certains égards; mais il donne la réponse seulement pour une petite section et il doit être écarté à cause de la faible durée de l'observation.

J'ai adopté la méthode suivante, indiquée déjà dans le Rapport préliminaire de septembre 1905 (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 517), laquelle peut donner rapidement le résultat désiré : on fait simplement des photographies de l'anneau solaire, mais avec des écrans colorés qui arrêtent toutes les radiations gazeuses des protubérances ou, au moins, toutes les radiations permanentes [2]. L'image est alors formée par les spectres continus

---

(1) Hale a publié un Mémoire très complet sur les observations de Tacchini et les protubérances blanches dans l'*Astrophysical Journal*, vol. III p. 374.

(2) J'ai déjà recommandé et employé dans l'éclipse de 1900 (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 296) des écrans colorés pour la photographie de la couronne; mais les écrans étaient rouges ou jaunes et avaient un autre but. Ils devaient favoriser la dé-

à comparer. Mais, comme des raies métalliques protubérantielles peuvent aussi intervenir, j'emploie simultanément des chambres prismatiques ou à réseau qui décèlent leur présence et leur intensité.

Les écrans sont formés par une couche de gélatine colorée, placée entre deux verres, d'après le procédé de Monpillard. Ils sont semblables aux écrans employés avec succès par Ritchey et Hartmann pour la photographie de la Lune et des nébuleuses. Avec les nombreuses matières colorantes actuelles, il semble possible d'avoir un écran qui soit transparent seulement pour une petite région déterminée du spectre. Mais la recherche est longue et je me suis contenté d'écrans verts trouvés dans le commerce qui ont leur maximum de transparence environ pour la radiation coronale λ 530 et ont été employés par d'autres observateurs pour avoir une image de la couronne presque monochromatique. Pour le but spécial que je poursuivais, j'ai fait faire des écrans colorés par la même substance, mais plus clairs transparents de λ 500 à λ 585 et encore opaques pour toutes les radiations permanentes des protubérances (¹).

Pendant l'éclipse, les photographies avec écran (diamètre de l'image solaire 70^{mm}) ont été faites avec le concours de Blum, instituteur à Paris, qui s'est joint à ma mission comme volontaire. Les détails de l'appareil et de l'observation seront résumés dans une Note, en collaboration avec Blum, qui sera prochainement publiée.

Deux chambres à réseau, confiées à Kannapell, avaient été organisées en même temps et donnaient l'une la partie est-ouest, l'autre la partie nord-sud de la couronne. Les détails en seront publiés ultérieurement.

Le jour de l'éclipse, le temps n'a pas été favorable; les nuages ont masqué les deuxième et troisième contacts; dans l'intervalle, heureusement, au milieu de la totalité longue de $3^{m}45^{s}$, une petite éclaircie d'une minute s'est produite et a permis de faire deux épreuves de l'anneau solaire avec écrans colorés et deux épreuves spectrales avec les chambres à réseau.

---

couverte des rayons coronaux les plus longs, en diminuant l'intensité relative de la lumière de notre ciel, très riche en rayons bleus et violets.

(¹) Ces écrans verts ont l'inconvénient de laisser passer la radiation gazeuse coronale λ 530; ce qui introduit un trouble dans la comparaison entre les masses coronales et chromosphériques à spectre continu. Mais la raie coronale est faible tout près de la chromosphère, et les autres rayons qui traversent l'écran occupent une large étendue du spectre total.

Récemment j'ai fait dans le laboratoire des essais sur d'autres écrans, bleus et indigos, qui n'ont pas cet inconvénient.

Les photographies avec écran, pour être bien interprétées, doivent être comparées à des photographies ordinaires sans écran, que le mauvais temps ne nous a pas permis de faire. Mais cette lacune a été comblée grâce à de la Baume-Pluvinel, qui a mis aimablement à notre disposition de magnifiques épreuves ordinaires (diamètre du Soleil 120^{mm}) obtenues par lui à Alcala de Chisvert, 9 minutes après les nôtres.

Sur nos épreuves, le beau groupe de protubérances du Nord-Est (de l'angle de position A. P. 78° à A. P. 102°) offre des particularités curieuses, bien que sa base soit un peu couverte par la Lune. Les images protubérantielles, privées de leurs radiations gazeuses permanentes, y sont beaucoup moins étendues en largeur et hauteur que les images correspondantes formées avec l'ensemble des rayons. Ainsi la protubérance la plus haute (A. P. 84°) s'élève à 70″ d'arc sur l'épreuve d'Alcala, et au plus à 45″ sur la nôtre. L'épreuve avec écran présente seulement du côté de la base de la protubérance et vers le Nord une série de petits noyaux très brillants dont l'entourage immédiat n'est pas plus lumineux que les régions coronales voisines. L'éclat de ces noyaux tient surtout à l'émission d'un spectre continu, car le spectre de la protubérance obtenu de $\lambda 415$ à $\lambda 445$ sur une épreuve de la chambre à réseau offre un spectre continu assez intense et seulement deux raies fines qui sont la raie permanente H_γ et une raie métallique faible vers $\lambda 422$.

La même conclusion est fournie plus nettement encore par de très beaux spectres de la couronne, aimablement communiqués par le Dr Lockyer, et obtenus à Palma, du jaune au violet, vers la fin de la totalité, avec une grande chambre prismatique de 2^m et à trois prismes.

Ces résultats sont confirmés aussi à certains égards par les observations oculaires d'Esquirol (voir la Note ci-dessous, p. 757) qui a reconnu dans chaque protubérance du Nord-Est un dichroïsme allant du rouge au blanc sale. D'autre part, Riccò m'a écrit que le dichroïsme noté par lui dans ces mêmes protubérances variait du rouge au violet.

En résumé, ces protubérances du Nord-Est, au moins près de leur base, émettaient un spectre continu plus intense que la couronne et étaient plus riches en particules brillantes. De plus, autant que je puis juger par les observations parvenues à ma connaissance, elles n'étaient pas éruptives, à proprement parler, ou fortement éruptives, et la propriété d'avoir une forte proportion de particules peut être plus générale dans les protubérances qu'on ne l'a cru jusqu'alors. La répartition relative des amas de particules et des diverses vapeurs paraît aussi variable suivant les protubé-

rances ou suivant les phases de leur évolution (¹). Les observations sont encore trop peu nombreuses pour permettre de poser des conclusions.

La recherche devra seulement être poursuivie dans les éclipses futures et avec des moyens plus puissants, de manière à embrasser non seulement toutes les protubérances visibles, mais la chromosphère proprement dite.

Une organisation complète comprendra une lunette de 10^m environ ou plusieurs lunettes semblables, qui auraient, d'une part, des prismes à vision directe mobiles autour de l'axe optique, faciles à placer sur le trajet du faisceau ou à retirer, et d'autre part des écrans colorés capables d'arrêter non seulement les radiations permanentes de la chromosphère, mais les raies métalliques les plus fortes. On aurait ainsi trois séries d'images, de même diamètre, orientées de la même manière et donc bien comparables, à savoir : 1° l'image ordinaire formée par la réunion des gaz et des particules; 2° l'image des gaz séparés des particules dans le spectre; 3° l'image des particules seules. La dernière image, qui est nouvelle, donnera les indications les plus utiles sur les relations de la chromosphère et de la couronne.

ZOOLOGIE. — *Suite aux observations sur les* Gennadas *ou Pénéides bathypélagiques*. Note de M. **E.-L. Bouvier**.

Si les *Gennadas* diffèrent des *Benthesicymus* par leur habitat, ils s'en distinguent aussi par des caractères morphologiques de haute importance.

Dans les *Benthesicymus*, l'angle antennaire n'existe pas, l'épine branchiostégale atteint un fort développement, et le rostre présente ordinairement une longueur assez grande, peu de hauteur avec une armature de plusieurs dents. Chez les *Gennadas*, au contraire, il y a ordinairement un angle antennaire, une épine branchiostégale réduite, un rostre haut, court et unidenté.

Chez les *Benthesicymus*, la saillie dorsale des pédoncules oculaires est courte et obtuse, les deux derniers articles des pédoncules antennulaires sont réduits et normalement articulés, le palpe des mâchoires antérieures

(¹) Les amas de particules sont dus soit à des projections issues des couches basses, soit à des condensations locales. Les vapeurs peuvent se condenser successivement, les moins volatiles d'abord près de la base, comme en 1905, les autres plus tard et près des bords de la protubérance, comme en 1900.

est peu dilaté à la base, celui des mâchoires postérieures est dépourvu de prolongement terminal différencié, enfin les laccinies de ces derniers appendices se composent de lobes de même longueur. Dans les *Gennadas*, d'autre part, il y a un fort tubercule oculaire aigu ou subaigu, le dernier article des pédoncules antennulaires se fait remarquer par sa longueur et son articulation spéciale, le palpe des mâchoires antérieures est dilaté vers le bas, celui des mâchoires suivantes a un prolongement distal fort évident, enfin le lobe antérieur de la laccinie interne des mêmes appendices est ordinairement plus court que les autres.

Les pattes mâchoires nous offrent des différences encore plus grandes. Dans celles de la première paire, l'exopodite se termine en fouet chez les *Benthesicymus*, l'endopodite ne présente pas d'article intermédiaire bien séparé et les soies antérieures de son article basilaire ne sont pas ou sont peu différenciées en crochet. Le même genre se distingue en outre par la faible largeur du méropodite des pattes-mâchoires intermédiaires, par les deux soies spiniformes qui terminent cet appendice, par la longueur et la gracilité des pattes-mâchoires postérieures, enfin par le grand développement de l'exopodite de ces deux paires d'appendices. S'agit-il des *Gennadas*, au contraire, il n'y a plus de fouet à l'extrémité de l'exopodite des pattes-mâchoires antérieures, l'endopodite du même appendice est muni d'un article intermédiaire fort net avec quelques soies ordinairement différenciées en crochet, sur le bord interne de l'article précédent. Les pattes-mâchoires de la deuxième paire se font remarquer par l'aplatissement et la saillie lamelleuse antérieure de leur méropodite, et par la soie spiniforme unique de leur dactylopodite; enfin les pattes-mâchoires de la paire postérieure sont relativement plus courtes et largement foliacées dans la partie qui correspond à leur ischiopodite et à leur méropodite.

Cet élargissement et cette réduction en longueur caractérisent également les pattes des trois premières paires des *Gennadas*, le carpe étant plus court ou médiocrement plus long que les pinces, du moins dans celles des deux premières paires. Tandis que les mêmes appendices des *Benthesicymus* présentent des caractères inverses. Au surplus, dans ce dernier genre, les pattes des deux paires postérieures sont plus longues et plus grêles, et parfois même (*B. moratus*, S.-I. Smith, *B. longipes*, E.-L. Bouvier) singulièrement plus longues et plus grêles que dans les *Gennadas*.

On peut ajouter que les *Benthesicymus* ont les pléopodes bien plus allongés que les *Gennadas*, avec le petasma et le thelycum plus réduits et beaucoup moins complexes.

Certains de ces caractères doivent être rapportés à l'évolution générale de ces Pénéides, les autres à l'adaptation au genre de vie bathypélagique. Parmi ces derniers, il convient d'accorder la première place à l'élargissement foliacé de la plupart des appendices thoraciques, et au grand développement des soies plumeuses qui garnissent le bord interne de ces appendices, surtout l'ischiopodite et le méropodite. Un revêtement de soies analogues s'observe chez les *Acanthephyra* qui, dans le groupe des Crevettes vraies ou Carides, présentent le même habitat que les *Gennadas*.

Il nous reste maintenant à indiquer la manière dont s'est produit le passage des *Benthesicymus* aux *Gennadas* et, dans ce but, nous devons donner d'abord le Tableau synoptique des diverses espèces de *Gennadas* capturées dans l'Atlantique oriental par les expéditions françaises et monégasques. Ces espèces sont au nombre de six, dont cinq font partie du matériel des campagnes monégasques (*G. Alicei, G. elegans, G. Tinayrei, G. valens, G. scutatus*) et deux seulement des récoltes du *Travailleur* et du *Talisman* (*G. valens, G. Talismani*).

Les caractères différentiels de ces espèces sont relevés dans le Tableau suivant :

A. — *Méropodite des pattes* 3 *aussi long et même ordinairement plus long que le carpe.*

Pinces des pattes 2 égalant au plus les $\frac{2}{3}$ du carpe; pas d'angle antennaire, rostre régulièrement triangulaire ; deuxième article des antennules égalant presque le troisième; deuxième article des palpes mandibulaires plus long que la largeur du premier	*G. Alicei* n. sp. (Atlantique oriental).
Pinces des pattes 2 un peu plus courtes que le carpe; un angle antennaire large et obtus; le deuxième article des pédoncules antennulaires égale au plus, dorsalement, la moitié de la longueur du troisième; le deuxième article des palpes mandibulaires n'est pas plus long que la largeur du premier	*G. elegans* S.-I. Smith. (Atlantique, Méditerranée).
Pinces des pattes 2 un peu plus longues ou aussi longues que le carpe; angle antennaire peu large, mais aigu et très saillant; le deuxième article des pédoncules antennulaires égale la moitié du troisième; le deuxième article des palpes mandibulaires notablement plus court que la largeur du premier	*G. scutatus* n. sp. (Atlantique).

B. — *Méropodite des pattes 3 plus court que le carpe.*

Pinces des pattes 2 un peu plus courtes que le carpe; angle antennaire large et subaigu; deuxième article des pédoncules antennulaires plus long que la moitié du troisième.	Deuxième article des pédoncules antennulaires égalant à peu près les trois quarts de la longueur du troisième; saillie antérieure du méropodite des pattes-mâchoires intermédiaires plus grande que le tiers de la longueur totale de l'article	*G. valens* S.-I. Smith. (Atlantique).
	Deuxième article des pédoncules antennulaires dépassant à peine la moitié de la longueur du troisième; saillie antérieure du méropodite des pattes-mâchoires intermédiaires plus courte que le tiers de la longueur de l'article..	*G. Talismani* n. sp. (Atlantique oriental).
Pinces des pattes 2 au moins aussi longues que le carpe; angle antennaire peu large, mais aigu et très saillant; deuxième article des pédoncules antennulaires à peine plus court que la moitié du troisième; deuxième article des palpes mandibulaires beaucoup plus long que la largeur du premier; saillie antérieure du méropodite des pattes-mâchoires intermédiaires plus grande que le tiers de la longueur de l'article......................		*G. Tinayrei* n. sp. (Atlantique oriental).

Cette dernière espèce est dédiée à mon ami, M. Tinayre, le distingué peintre de la *Princesse-Alice*.

Quand on compare les six espèces relevées dans le Tableau précédent, on voit qu'elles forment deux séries évolutives : l'une avec le *G. Alicei*, le *G. elegans*, le *G. scutatus* et le *G. Tinayrei*, l'autre avec le *G. elegans*, le *G. Talismani* et le *G. valens*. Dans chacune de ces deux séries, on s'éloigne progressivement des *Benthesicymus*, la forme la plus voisine de ce dernier genre étant le *G. Alicei* qui, par la forme régulièrement triangulaire de son rostre non acuminé, par ses pattes-mâchoires longues et médiocrement élargies, par la longueur relative des divers articles de ses pattes, par le développement de ses pléopodes et par l'absence de tout angle antennaire, se rapproche manifestement des *Benthesicymus*.

Le petasma des mâles et le thelycum des femelles sont fort différents

dans les six espèces dont ils constituent les caractères les plus typiques [1]; or l'un de ces organes sexuels, le petasma, dans sa différenciation évolue parallèlement aux autres organes, et c'est encore dans le *G. Alicei* qu'il se présente sous sa forme la plus simple, avec des caractères de *Benthesicymus* très prononcés.

Le *G. carinatus* S. I. Smith se rapproche vraisemblablement encore davantage de ce dernier genre, car il présente une carène dorsale sur les segments abdominaux 3 à 6, des pléopodes très allongés et de petits exopodites à la base des pattes, ce qui est un caractère du *B. moratus* S. I. Smith et du *B. longipes* E.-L. Bouvier. Mais cette espèce ne m'est connue que par les brèves diagnoses des auteurs et il convient de se borner à la suggestion précédente.

En tous cas, il résulte des faits relevés dans cette Note et dans la précédente [2] : 1° que les *Gennadas* sont nettement bathypélagiques et ne descendent pas à demeure sur les grands fonds; 2° qu'ils ne remontent pas à la surface pour la ponte où pourtant ils subissent leur évolution ainsi que l'ont montré MM. Monticelli et Lo Bianco; 3° qu'ils dérivent des *Benthesicymus* par adaptation à l'existence bathypélagique et qu'ils se rattachent à ces derniers par l'intermédiaire du *G. carinatus* et du *G. Alicei.*

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur les quasi-ondes de choc au sein d'un fluide bon conducteur de la chaleur.* Note de M. **P. Duhem.**

Si un fluide est bon conducteur de la chaleur, une quasi-onde de choc qui se propage au sein de ce fluide ne saurait être le siège d'une variation très rapide de la température [3]; au travers de cette quasi-onde, la température éprouve seulement une variation de l'ordre de h. L'inégalité que nous avons obtenue dans une Note précédente [4] devient

---

[1] Dans le *G. scutatus,* le thelycum comprend, comme pièce principale, une grande lame ovalaire qui s'avance librement entre la base des pattes III et IV.

[2] E.-L. Bouvier, *Sur les* Gennadas *ou Pénéides bathypélagiques* (*Comptes rendus,* t. CXLII, 19 mars 1906, p. 686).

[3] *Sur les quasi-ondes de choc et la distribution des températures en ces quasi-ondes* (*Comptes rendus,* t. CXLII, 5 février 1906, p. 324).

[4] *Sur une inégalité importante dans l'étude des quasi-ondes* (*Comptes rendus,* t. CXLII, 26 février 1906, p. 491).

alors

$$(1) \qquad k(\rho_0, T)\frac{\partial T}{\partial n_0} + k(\rho_1, T)\frac{\partial T}{\partial n_1} + \varpi R\Theta[\sigma(\rho_1, T) - \sigma(\rho_0, T)] < 0.$$

On sait que la fonction $\sigma(\rho, T)$ est une fonction décroissante de ρ si, sous pression constante, le fluide se dilate par une élévation de température et que, s'il se contracte, $\sigma(\rho, T)$ est une fonction croissante de ρ. L'inégalité (1) entraîne alors les conséquences suivantes :

Chaque élément de la quasi-surface qui correspond à la quasi-onde dégage sûrement de la chaleur, au sein d'un fluide dilatable par élévation de température, si la densité est plus forte en amont de la quasi-onde qu'en aval, et au sein d'un fluide qui se contracte par élévation de température, si la densité est plus forte en aval qu'en amont.

Nous avons considéré jusqu'ici des quasi-ondes de choc où ϖ avait une valeur finie. Nous pouvons supposer maintenant que, dans toute l'épaisseur de la quasi-onde, ϖ soit une quantité très petite de l'ordre de h; nous aurons affaire à une *quasi-surface de glissement de deux masses fluides l'une sur l'autre.*

ϖ étant, dans ce cas, une quantité très petite de l'ordre de h, notre inégalité fondamentale devient

$$(2) \qquad k(\rho_0, T_0)\frac{\partial T_0}{\partial n_0} + k(\rho_1, T_1)\frac{\partial T_1}{\partial n_1} < 0.$$

Si le fluide est bon conducteur de la chaleur, cette inégalité nous enseigne que *chaque élément de la quasi-surface de glissement est le siège d'un dégagement de chaleur.*

Si le fluide est mauvais conducteur de la chaleur, en sorte que le coefficient de conductibilité $k(\rho, T)$ soit une quantité très petite de l'ordre de h, l'inégalité précédente constitue une impossibilité; le premier membre, en effet, ne doit pas être une quantité très petite de l'ordre de h et, hors de la quasi-onde, les quantités $\frac{\partial T_0}{\partial n_0}$, $\frac{\partial T_1}{\partial n_1}$ ne peuvent pas être des quantités très grandes de l'ordre de $\frac{1}{h}$.

Si donc un fluide très peu visqueux est, en même temps, très peu conducteur de la chaleur, on ne saurait y observer d'une manière persistante une couche très mince telle que les deux masses fluides, de températures différentes, séparées par cette couche semblent glisser l'une sur l'autre.

On sait que Helmholtz avait fondé sa théorie météorologique sur la considération de surfaces le long desquelles deux masses d'air, portées à

des températures différentes, glissent l'une sur l'autre. L'existence de telles surfaces de glissement apparaît comme admissible si l'on suppose l'air rigoureusement dénué de conductibilité et de viscosité. Mais, si l'on veut regarder l'air comme doué d'une faible conductibilité et d'une faible viscosité, il paraît impossible de garder la manière de voir de Helmholtz.

En notre précédente Note *Sur les quasi-ondes de choc au sein des fluides mauvais conducteurs de la chaleur* (1), un théorème a été omis; ce théorème, auquel il est deux fois fait allusion dans cette même Note, doit prendre place aussitôt après celui-ci : *Les égalités* (1) *donnent toujours des valeurs réelles pour* $\mathfrak{V}_0$, $\mathfrak{V}_1$, *tant que* ρ_1 *est suffisamment voisin de* ρ_0.

Voici ce théorème :

Si $\frac{dS(\rho_1)}{d\rho_1}$ *s'annule,* $\frac{dP(\rho_1)}{d\rho_1}$ *est positif.*

L'identité (8) nous donne en effet

$$\frac{dP(\rho_1)}{d\rho_1} = 2\rho_1 \frac{\partial \zeta_1}{\partial \rho_1} + \rho_1^2 \frac{\partial^2 \zeta_1}{\partial \rho_1^2} - E\rho_1^2 \frac{dS(\rho_1)}{d\rho_1} \frac{d\Theta(\rho_1)}{d\rho_1} - \rho_1^2 \frac{\partial^2 \zeta_1}{\partial T_1^2} \left[\frac{d\Theta(\rho_1)}{d\rho_1}\right]^2.$$

Si l'on a

$$\frac{dS(\rho_1)}{d\rho_1} = 0,$$

cette égalité se réduit à

$$\frac{dP(\rho_1)}{d\rho_1} = 2\rho_1 \frac{\partial \zeta_1}{\partial \rho_1} + \rho_1^2 \frac{\partial^2 \zeta_1}{\partial \rho_1^2} - \rho_1^2 \frac{\partial^2 \zeta_1}{\partial T_1^2} \left[\frac{d\Theta(\rho_1)}{d\rho_1}\right]^2.$$

Selon les inégalités (5) et (6) de la Note en question, le second membre est assurément positif.

De même, *si* $\frac{dP(\rho_1)}{d\rho_1}$ *est nul,* $\frac{dS(\rho_1)}{d\rho_1}$ *a le signe de* $(\rho_0 - \rho_1)$, en vertu des égalités (1) et (11).

GÉOLOGIE. — *Sur le bassin oligocène de l'Ebre et l'histoire tertiaire de l'Espagne.* Note de MM. **Ch. Depéret** et **L. Vidal.**

L'histoire géologique tertiaire de l'Espagne était caractérisée, dans les vues actuelles, par l'existence de grands lacs d'eau douce d'âge miocène. Les principaux de ces bassins lacustres, ceux de la *Nouvelle-Castille* et de la

(1) *Comptes rendus*, t. CXLII, 12 mars 1906, p. 612.

Vieille-Castille occupent des dépressions du plateau de la Meseta ; tandis que le vaste *bassin de l'Ebre* constitue une cuvette triangulaire comprise entre la Meseta, les Pyrénées et le massif ancien du littoral méditerranéen. Les grandes lagunes oligocènes qui ont couvert de leurs dépôts saumâtres les dépressions du Plateau Central français et de la Bohême paraissaient ne pas avoir envahi le massif ibérique, dont la structure et l'histoire formaient ainsi un étrange contraste avec celle des autres massifs hercyniens de l'Europe centrale.

La détermination d'âge miocène des dépôts lacustres espagnols ne reposait, il est vrai, que sur des données assez précaires. Les Mollusques y sont rares et d'une détermination délicate et l'opinion des géologues paraît avoir été surtout entraînée par la présence, auprès de Madrid, à Valladolid et à Coucud, de gîtes fluvio-lacustres contenant l'*Hipparion gracile*, le *Mastodon longirostris* et d'autres animaux de la faune miocène supérieure ou pontique. On avait ainsi englobé dans le Miocène tout un vaste ensemble de dépôts laguno-lacustres, dont la majeure partie ou même parfois la totalité est certainement oligocène, comme nous allons le démontrer d'abord pour le bassin de l'Ebre.

Entre les Pyrénées et le bord de la Meseta, les dépôts tertiaires laguno-lacustres occupent une grande partie des provinces de Burgos, de Saragosse et d'Huesca et pénètrent en Catalogne par la province de Lérida, d'où ils s'étendent à l'Est à travers les provinces de Tarragone, de Barcelone et de Gerone jusqu'au contact du massif ancien du littoral catalan. Nous avons étudié spécialement la moitié orientale de cet immense bassin.

Une ceinture de terrains *éocènes* entoure et délimite la cuvette oligocène sous laquelle ces terrains plongent de toutes parts d'une manière régulière. L'*Eocène inférieur* est à l'état de poudingues et de marnes rouges à *Bulimus gerundensis*. La transgression marine débute avec le *Lutécien* ou peut-être avec le sommet du *Londinien :* on observe de bas en haut des *calcaires à Alvéolines* qui ne sont pas constants, puis des *couches à Nummulites* où l'on peut distinguer un niveau inférieur à *N. crassus* (*perforatus*) et un niveau supérieur à *N. biarritzensis*. En plusieurs points de la bordure, surtout au mont Serrat, les couches nummulitiques marines sont envahies par de grands amas de poudingues, d'origine torrentielle, qui prédominent de plus en plus à la partie supérieure et finissent par constituer, au sommet de l'*Eocène moyen* et à la base de l'*Eocène supérieur*, une puissante cuirasse caillouteuse plus ou moins continue, qui n'est autre chose que le *poudingue de Palassou* des Pyrénées françaises.

Sur ce poudingue, et en concordance parfaite, on observe la série suivante, dont les différentes couches plongent vers le centre de la cuvette sous des angles de plus en plus faibles et deviennent tout à fait horizontales dans la partie centrale vers Lérida et à l'Ouest.

1° *Étage ludien supérieur.* — Couches marno-gypseuses, avec importants amas de gypse à Copons, Cubells, ravin dels Ars, etc. La position stratigraphique paraît être celle du gypse de Paris, mais la preuve paléontologique fait encore défaut.

2° *Étage sannoisien.* — Très puissant étage où l'on distingue les horizons suivants :

a. Calcaires en plaquettes à *Cyrena semistriata.*

b. Horizon de Calaf à *faune de Ronzon.* Les calcaires lignitifères exploités à Calaf contiennent : *Ancodus Aymardi, Diplobune minor* et des Mollusques saumâtres : *Striatella Nysti, Melanoïdes albigensis, M. occitanicus, Vivipara soricinensis,* c'est-à-dire la faune des calcaires à Striatelles du Gard. Au même niveau appartiennent les lignites d'Almatret (prov. de Lérida) avec *Nystia Duchasteli, Limnæa* aff. *longiscata, Planorbis cornu, Pl. polycymus,* Crocodiles, *Trionyx;* et plus à l'Ouest les lignites de Mequinenza et Fayon (prov. de Saragosse).

c. Horizon de Tarrega à *Brachyodus Cluai.* Les couches de Calaf sont surmontées par une épaisse série de mollasses et de marno-calcaires où l'on observe en plusieurs points *Melanoides albigensis* et *Limnæa longiscata.* C'est dans la partie supérieure de cet ensemble que se trouvent les dalles calcaires exploitées à Tarrega et qui ont livré aux recherches de M. Clua une riche faune de Mammifères : *Brachyodus Cluai* n. sp., *Theridomys siderolithicus* var. *major, Plesictis Filholi* n. sp., *Amphicyon* ou *Pseudamphicyon,* Crocodiles, *Emys,* avec des plantes terrestres et des Mollusques où dominent *Limnæa longiscata* et *Planorbis cornu.*

L'horizon de Tarrega nous paraît se placer à la partie supérieure du Sannoisien, très près de la limite du Stampien.

3° *Étage stampien,* Mollasses de Lérida. — A l'Oligocène moyen se rapportent les épaisses couches de mollasses et de marnes superposées à l'horizon de Tarrega et s'étendant en strates subhorizontales au centre du bassin de l'Ebre jusqu'au delà de Lérida. Auprès de cette ville on y a découvert d'assez nombreux débris de Mammifères terrestres, qu'il nous a été impossible de retrouver, mais qui formeront sans doute bientôt un troisième horizon de Mammifères, supérieur aux deux horizons de Calaf et de Tarrega.

4° *Étage Aquitanien.* — L'Oligocène supérieur n'affleure pas dans les limites de la région étudiée; mais nous avons pu reconnaître dans les calcaires de Vera (prov. de Saragosse) de gros *Helix* du groupe *Ramondi;* ces calcaires doivent donc occuper à l'ouest de Lérida un niveau encore plus élevé que les mollasses stampiennes sur lesquelles est bâtie cette ville.

Ainsi le bassin tertiaire de l'Ebre, jusqu'ici désigné par tous les géologues sous le nom de *Miocène de l'Ebre,* est en réalité un immense bassin oligocène très complet, comprenant les trois grands étages de ce système, avec des niveaux de Mammifères et de Mollusques nombreux et caractéristiques. *Le terrain Miocène paraît n'y être nulle part représenté.*

Nous pensons dès à présent que ces conclusions devront s'appliquer aussi à la majeure partie des bassins laguno-lacustres de la Meseta. Dans la province de Valladolid en particulier (Vieille Castille), les descriptions et les figures publiées par M. Cortazar sont tout en faveur de cette manière de voir, à laquelle la présence de *Limnæa longiscata* et de *Planorbis cornu* apporte une vérification paléontologique indiscutable.

A la lumière de ce point de vue nouveau, l'histoire du massif ibérique devient tout à fait semblable à celle du massif central français et de la Bohême. A l'époque oligocène, la surface de la Meseta, comme celle de l'Auvergne, était réduite à une pénéplaine, sur laquelle ont pu pénétrer presque partout des lagunes en relation avec l'Atlantique. Puis, à la fin de l'Oligocène, un assèchement général de ces lagunes a transformé l'Espagne, comme le Plateau central, en un continent miocène où a pu commencer à s'établir un réseau hydrographique. Les dépôts miocènes, entièrement fluvio-lacustres, n'occupent sur ces continents que des surfaces extrêmement restreintes, le plus souvent en relations avec les anciennes vallées. Ainsi s'établit et se précise de plus en plus la remarquable unité de l'histoire de tous ces massifs hercyniens.

MM. **Simon Newcomb** et **Alexandre Agassiz**, Associés étrangers, sont désignés par l'Académie pour la représenter à la célébration du second Centenaire de la naissance de Franklin.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Botanique (Classification et familles naturelles des Phanérogames) vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 60 :

M. Henri Lecomte	obtient.	41	suffrages
M. Leclerc du Sablon	»	19	»

Au deuxième tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 62 :

M. Leclerc du Sablon	obtient	32	suffrages
M. Bois	»	28	»
M. Villemin	»	1	»

Il y a un bulletin blanc.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne. . . . . . . M. **Henri Lecomte.**
En seconde ligne . . . . M. **Leclerc du Sablon.**

CORRESPONDANCE.

M. F. **Klein** présente à l'Académie deux fascicules de l'édition allemande et un fascicule de l'édition française de l'*Encyclopédie des Sciences mathématiques pures et appliquées.*

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *L'Électrométallurgie des fontes, fers et aciers*, par M. Camille Matignon.

2° *The Selkirk range*, par A.-O. Wheeler, Tome I. (Présenté par M. Laussedat.)

3° Le fascicule 5 (Oiseaux) des *Décades zoologiques* de la Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. (Présenté par M. Yves Delage.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Éclipse totale de Soleil du* 30 *août* 1905. *Protubérances solaires à deux couleurs*. Note de M. **J. Esquirol**, présentée par M. Deslandres.

A Alcala de Chisvert (Espagne), où je m'étais rendu pour observer l'éclipse avec une lunette de 50^{mm} grossissant 60 fois, il m'a été donné de constater l'existence d'une double coloration dans les cinq belles protubérances qui se trouvaient sur le bord Est, que j'ai particulièrement étudié. Chacune d'elles paraissait formée de deux parties bien distinctes : l'une vers le Sud, offrant la coloration rosée normale; l'autre, vers le Nord, d'aspect filamenteux, paraissant blanche, mais d'un blanc un peu sale. La partie Sud était sensiblement la plus importante et recouvrait d'un mince filet les régions supérieures de la seconde; la couleur rosée plus intense au bord Sud allait en se dégradant vers le centre, mais le contraste avec la zone blanche était brusque et accusé à tel point qu'il m'a paru impossible de considérer la partie blanche comme une simple dégradation de l'autre teinte. Bien que les contours de l'image fussent très nets, je pris soin de déplacer l'oculaire en divers sens, mais sans parvenir à modifier l'aspect, à deux couleurs, des protubérances.

ARITHMÉTIQUE. — *Sur un carré magique*. Note de M. **G. Tarry**, présentée par M. Poincaré.

J'appelle carré *cabalistique* aux n premiers degrés un carré construit avec des nombres entiers consécutifs et présentant l'égalité aux n premiers

degrés dans toutes ses lignes, toutes ses colonnes et ses deux diagonales et, en outre, l'égalité aux $n-1$ premiers degrés dans toutes les directions de ses diagonales.

THÉORÈME. — *On peut toujours construire un carré cabalistique aux n premiers degrés de côté p^n, quelle que soit la valeur de n, si le plus petit diviseur de p est un nombre premier suffisamment grand.*

La construction d'un carré cabalistique aux n premiers degrés est un problème élémentaire, qui ne dépend que de congruences du premier degré, et n'exige que la connaissance de quelques théorèmes presque évidents.

Dans ce qui suit, nous supposerons toujours les nombres écrits dans le système de numération dont la base est le nombre premier p.

J'appelle *somme congruente* de deux nombres $a_1a_2\ldots a_r$ et $b_1b_2\ldots b_r$, par rapport au module premier p, le nombre $c_1c_2\ldots c_r$ dont les chiffres sont déterminés par les congruences

$$c_1 \equiv a_1 + b_1, \quad c_2 \equiv a_2 + b_2, \quad \ldots, \quad c_r \equiv a_r + b_r \pmod p.$$

Exemple : $5432 + 3164 \equiv 1526 \pmod 7$.

La conception de la somme congruente entraîne évidemment celle de la multiplication par un nombre entier

$$2351 + 2351 + 2351 \equiv 3 \times 2351 \equiv 6213 \pmod 7.$$

J'appelle *série numérale* (r_1), par rapport au module p, la suite des p nombres 0, r_1, $2r_1$, $\ldots$, $(p-1)r_1$, considérés dans l'ordre indiqué.

Par exemple, la série numérale (5432), de module 7, s'écrira

$$0000 \quad 5432 \quad 3164 \quad 1526 \quad 6251 \quad 4613 \quad 2345.$$

Prenons un nombre r_2, assujetti à la seule condition de ne pas figurer parmi les p nombres de la série numérale (r_1), et examinons les p^2 nombres écrits dans l'ordre suivant, dont la loi de formation est déterminée par les séries (r_1) et (r_2).

$$[0, r_1, 2r_1, \ldots, (p-1)r_1], \quad [0+r_2, r_1+r_2, 2r_1+r_2, \ldots, (p-1)r_1+r_2],$$
$$[0+2r_2, r_1+2r_2, 2r_1+2r_2, \ldots, (p-1)r_1+2r_2], \quad \ldots,$$
$$[0+(p-1)r_2, r_1+(p-1)r_2, 2r_1+(p-1)r_2, \ldots, (p-1)r_1+(p-1)r_2].$$

Appelons *série numérale* (r_1r_2) les p^2 nombres ainsi disposés.

On démontre très facilement que les p^2 nombres de la série (r_1r_2) sont tous différents.

Pareillement, si r_3 est un nombre n'appartenant pas à la série numérale (r_1r_2), on obtiendra une série numérale $(r_1r_2r_3)$ composée de p^3 nombres différents, qui se suc-

céderont et se formeront suivant la même loi :

$$(a, b, \ldots, t),\quad (a+r_3, b+r_3, \ldots, t+r_3),$$
$$(a+2r_3, b+2r_3, \ldots, t+2r_3),\quad \ldots,$$
$$[a+(p-1)r_3, b+(p-1)r_3, \ldots, t+(p-1)r_3],$$

$a, b, \ldots, t$, étant les nombres consécutifs de la série précédente $(r_1 r_2)$.

On pourra continuer l'opération indéfiniment.

Il résulte de ce qui précède que les p^n premiers nombres, 0, 1, 2, ..., p^n-1, pourront toujours être écrits dans l'ordre d'une série numérale $(r, r_2, \ldots, r_n)$ et que la forme linéaire $r_1 x + r_2 y + \ldots + r_n t$ peut représenter tout nombre de 0 à p^n-1.

On remarquera que, si l'on donne aux nombres $r_1, r_2, r_3, \ldots, r_n$ les valeurs respectives $1, p, p^2, \ldots, p^{n-1}$, les p^n premiers nombres se trouveront écrits dans l'ordre naturel de croissance.

Toute la théorie des espaces magiques aux n premiers degrés est fondée sur les propriétés de la série numérale.

Cette conception nouvelle a été puisée dans l'*Arithmétique graphique* de M. G. Arnoux. Dans ce remarquable Ouvrage, M. G. Arnoux caractérise ce qu'il appelle une *direction dans l'espace congruent à k dimensions* par la formule

$$((m))(a_1 x + a_2 y + \ldots + a_k t),$$

dans laquelle $a_1, a_2, \ldots$, représentent des pas et $x, y, \ldots$, les directions des coordonnées correspondantes.

Dans l'application des propriétés des séries numérales, j'emploie une formule identique, à laquelle j'attribue une signification légèrement différente.

Le perfectionnement apporté suffit pour permettre de déterminer et représenter un espace à k dimensions, magique aux n premiers degrés, à l'aide seulement de k lignes de n nombres.

Ainsi un carré cabalistique n magique est déterminé par $2n$ nombres, que ma méthode apprend à calculer.

Ces $2n$ nombres sont les clés du carré; désignons-les par

$$r_1,\quad r_2,\quad r_3,\quad \ldots,\quad r_n,$$
$$s_1,\quad s_2,\quad s_3,\quad \ldots,\quad s_n.$$

La série numérale $(r_1, r_2, \ldots, r_n, s_1, s_2, \ldots, s_n)$ se compose des p^{2n} premiers nombres, de 0 à $p^{2n}-1$, que nous placerons dans les cases successives

d'un carré de p^n cases de côté, en conservant l'ordre des nombres de la série. Ainsi, la première ligne sera formée par les p^n nombres de la série $(r_1, r_2, \ldots, r_n)$.

Si aucune erreur n'a été commise dans le calcul des clés, nous aurons construit machinalement un carré cabalistique n magique.

Avec $3n$ clés on obtiendrait un cube cabalistique aux n premiers degrés, présentant par conséquent l'égalité aux $n-1$ premiers degrés dans les treize directions des trois arêtes, des six diagonales des faces et des quatre diagonales du cube.

Il ne resterait plus qu'à faire connaître la méthode suivie pour calculer les clés et établir leurs propriétés. Je me propose de publier prochainement cette méthode avec les développements nécessaires.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des caractéristiques.* Note de M. E. Goursat.

Dans la théorie des caractéristiques on se borne en général à établir qu'une équation aux dérivées partielles possède une infinité d'intégrales holomorphes dans le domaine d'un point, et admettant tous les éléments d'une caractéristique déterminée *suffisamment voisins* de l'élément initial. Pour compléter ce résultat on est conduit à étudier les intégrales passant par une caractéristique donnée tout le long de cette caractéristique.

1. Prenons, pour fixer les idées, une équation aux dérivées partielles du second ordre, à deux variables indépendantes, admettant la caractéristique du second ordre Γ définie par les relations

$$y = z = p = q = r = s = t = 0.$$

On peut alors supposer cette équation mise sous la forme

$$(1) \qquad s = Az + Bp + Cq + Dr + Ey^2 + Fyt + Ht^2 + \ldots,$$

les termes non écrits étant au moins du second degré en y, z, p, q, r, t, et les coefficients A, B, C, D, ... étant des fonctions holomorphes de la variable complexe x dans un domaine *simplement connexe* D_x comprenant l'origine; la série du second membre est convergente, quelle que soit la valeur de x dans le domaine D_x, pourvu que les modules des variables y, z, p, q, r, t soient inférieurs à un nombre positif ρ.

Soit $\Phi(y)$ une fonction de la variable y, holomorphe dans le domaine

du point $y=0$ et s'annulant, ainsi que ses deux premières dérivées, pour $y=0$,

$$(2) \qquad \Phi(y)=\alpha_3 y^3+\alpha_4 y^4+\ldots+\alpha_n y^n+\ldots.$$

D'après un théorème général (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 640), l'équation (1) admet une intégrale holomorphe $z=F(x, y)$, dans le domaine des valeurs $x=0, y=0$, se réduisant à zéro pour $y=0$ et à $\Phi(y)$ pour $x=0$, et cette intégrale admet tous les éléments de la caractéristique Γ. Pour l'étudier dans le voisinage de cette caractéristique, il est naturel d'ordonner le développement en série entière de z suivant les puissances de y

$$(3) \qquad z=\psi_3(x) y^3+\psi_4(x) y^4+\ldots+\psi_n(x) y^n+\ldots,$$

$\psi_3, \psi_4, \ldots, \psi_n, \ldots$ étant des fonctions holomorphes de x dans le domaine de l'origine qui prennent respectivement les valeurs $\alpha_3, \alpha_4, \ldots, \alpha_n, \ldots$ pour $x=0$. Ces coefficients peuvent être déterminés de proche en proche par des équations différentielles. Si l'on substitue en effet le développement précédent dans l'équation (1) et qu'on égale les coefficients des mêmes puissances de y dans les deux membres, on a d'abord pour déterminer ψ_3 une *équation de Riccati :*

$$(4) \qquad 3\psi_3'=E+(3C+6F)\psi_3+36H(\psi_3)^2;$$

les coefficients ψ_n $(n>3)$ sont ensuite déterminés de proche en proche par des *équations linéaires :*

$$(5) \qquad n\psi_n'=[nC+6n(n-1)F+12n(n-1)H\psi_3]\psi_n+R,$$

R étant un polynome entier par rapport aux coefficients de l'équation (1), aux fonctions $\psi_3, \ldots, \psi_{n-1}$, et à leurs dérivées du premier et du second ordre.

Cela étant, si l'intégrale de l'équation (4) qui prend la valeur α_3 pour $x=0$, est holomorphe dans un domaine simplement connexe D_x', intérieur à D_x, il en sera de même des fonctions suivantes $\psi_4, \ldots, \psi_n, \ldots$ dans le même domaine et l'on obtient un développement de la forme (3), satisfaisant formellement à l'équation (1) et dont tous les coefficients sont des fonctions holomorphes de x dans D_x'. La convergence de ce développement résulte du théorème suivant :

Lorsque l'intégrale $\psi_3(x)$ de l'équation (4) qui prend la valeur α_3 pour

$x = 0$ est holomorphe dans un domaine simplement connexe D'_x, intérieur à D_x, l'intégrale $z = F(x, y)$ de l'équation (1) qui satisfait aux conditions initiales

$$F(0, y) = \Phi(y), \qquad F(x, 0) = 0$$

est une fonction holomorphe des variables x et y, lorsque x décrit le domaine D'_x, le module de y restant inférieur à un nombre positif η convenablement choisi.

2. Les seuls points singuliers de l'intégrale sur la caractéristique Γ sont donc les points singuliers de $\psi_3(x)$. Les fonctions E, C, F, H de la variable x étant holomorphes dans le domaine simplement connexe D_x, l'intégrale $\psi_3(x)$ de l'équation de Riccatti (4) ne peut avoir comme points singuliers dans ce domaine que des pôles, dont la position varie avec la valeur initiale α_3 pour $x = 0$. Les intégrales de l'équation (1) qui admettent tous les éléments de la caractéristique Γ ont donc, en général, des points singuliers *mobiles* sur cette caractéristique. Supposons, par exemple, qu'il s'agisse de variables réelles et que les coefficients de l'équation (1) soient des fonctions holomorphes de x le long d'un segment de l'axe réel compris entre deux points A et B d'abscisses a et b ($a < 0 < b$). Si l'équation (4) n'admet aucune intégrale réelle continue dans l'intervalle (a, b), on peut affirmer que toute surface intégrale de l'équation (1) passant par cette caractéristique admet au moins un point singulier sur le segment AB.

3. La méthode précédente peut s'étendre, avec quelques modifications, à des systèmes différentiels beaucoup plus généraux. Dans le cas particulier d'une équation de Monge-Ampère admettant la caractéristique du premier ordre

$$y = z = p = q = 0,$$

on peut mettre cette équation sous la forme

$$s = F(x, y, z, p, q, r, yt, zt, pt, qt, rt), \tag{6}$$

le second membre étant une série entière ordonnée suivant les puissances de $y, z, p, q, r, yt, zt, pt, qt, rt$, dont les coefficients sont des fonctions de x. Toute intégrale admettant la caractéristique précédente est représentée par un développement de la forme

$$z = y^2\psi_2 + y^3\psi_3 + \ldots + y^n\psi_n + \ldots, \tag{7}$$

le premier coefficient ψ_2 est déterminé par une équation de Riccatti et les

suivants par des équations linéaires. La suite de la discussion est la même que dans le cas général.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les ensembles discontinus.* Note de M. L. ZORETTI, présentée par M. Painlevé.

Dans une Note présentée à l'Académie le 23 octobre 1905, M. Riesz utilise une propriété des ensembles discontinus au sujet de laquelle je voudrais faire quelques remarques.

Cette proposition est la suivante : la projection sur une droite d'un ensemble parfait discontinu est aussi un ensemble discontinu. Or, sans nous demander si cette propriété joue ou non un rôle essentiel dans la démonstration du théorème de M. Riesz, je rappelle que l'on a au contraire formé et depuis longtemps des exemples d'ensemble discontinu se projetant sur une droite suivant un segment continu. Mais, et c'est le but de cette Note, on peut aller beaucoup plus loin et les exemples qui suivent feront concevoir quelle complication apportent ces ensembles dans les questions où ils se présentent, et la gêne est d'autant plus grande qu'ils se présentent plus naturellement.

Je rappelle brièvement comment on peut former l'exemple dont je viens de parler. On considérera l'ensemble des points qui ont pour abscisse un nombre qui s'écrit dans le système de numération de base 3 sans employer le chiffre 1 (la partie entière étant zéro) et pour ordonnée le nombre écrit dans le système binaire en remplaçant le chiffre 2 par 1 dans l'abscisse et en laissant inaltérés les chiffres 0. Cet ensemble, en y ajoutant l'origine, est discontinu et parfait. Sa projection sur l'axe Oy comprend tous les points du segment $0 - 1$.

Ce résultat bien connu étant acquis, désignons par $y = \mathrm{E}(x)$ cet ensemble et considérons un ensemble *fermé* quelconque F comprenant le point 1, 1. Construisons un ensemble semblable à l'ensemble $\mathrm{E}(x)$ en prenant successivement chaque point de F pour point homologue du point 1, 1; l'origine des coordonnées étant point double dans toutes ces similitudes. La somme de tous ces ensembles réalise un exemple d'ensemble discontinu (comme je l'ai montré dans ma thèse); on peut voir qu'il est *fermé*, donc *parfait*. Il existe une infinité dénombrable de droites sur lesquelles il se projette suivant un ensemble en partie continu.

Considérons maintenant l'ensemble représenté en coordonnées polaires par

$$\omega = \frac{\pi}{4} + \pi E\left[\rho\sqrt{2} - 1\right].$$

Il contient le point $x = 1$, $y = 1$ $\left[\omega = \frac{\pi}{4}, \rho = \sqrt{2}\right]$. Il est discontinu et toute droite issue de l'origine le rencontre en un point au moins. Comme tout à l'heure, construisons sur chacun de ses points un ensemble semblable à $y = E(x)$. On obtient un ensemble qu'on démontre être *parfait* et, quoique somme d'une infinité *non dénombrable* d'ensembles discontinus, on conçoit bien qu'il ne contient aucune ligne. Cet ensemble est tel que sa projection sur *toute* droite du plan comprend une portion continue.

Ajoutons à l'ensemble précédent son symétrique par rapport à la bissectrice de l'angle xOy; on peut voir alors qu'il existe une aire (un cercle ayant pour centre l'origine et pour rayon $\frac{1}{2}$) telle que toutes les droites qui passent par un point quelconque de cette aire contiennent un point du nouvel ensemble discontinu. Par une infinité dénombrable de translations on peut, au moyen d'une telle aire, recouvrir tout le plan. Si, sur chacune de ces aires, on construit un ensemble égal au premier, la somme de tous ces ensembles est discontinue et il y a un point de cet ensemble somme sur n'importe quelle droite du plan.

Je voudrais enfin faire une remarque au sujet du théorème même qui fait l'objet de la Note de M. Riesz, savoir qu'il existe une ligne sans point multiple passant par tous les points d'un ensemble discontinu. J'ai démontré qu'on peut aligner les points d'un tel ensemble sur une ligne *cantorienne* ou continu linéaire; le point de vue de M. Riesz est celui de M. Jordan où une ligne est définie par des fonctions continues et peut alors recouvrir tout une aire, passer, par suite, par tous les points d'un ensemble discontinu borné. J'ajoute que la ligne dont je démontre l'existence est une ligne particulière : la frontière d'un continuum. Je me propose de revenir sur cette classe de continus linéaires dont l'importance apparaîtra si l'on songe que, lorsqu'une fonction analytique poursuivie analytiquement admet une aire singulière, les points singuliers qui en seront réellement mis en évidence sont uniquement les points de la frontière.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement en série trigonométrique des fonctions non intégrables.* Note de M. **P. Fatou**, présentée par M. Painlevé.

Le but de cette Note est d'éclaircir et de compléter un passage du Mémoire de Riemann ([1]) sur les séries trigonométriques.

Nous désignerons par $f(x)$ une fonction de période 2π, intégrable et bornée dans tout intervalle ne contenant aucun point congru à zéro, mais cessant de remplir ces conditions au voisinage du point O. On suppose toutefois :

I. Que la fonction $f(x)+f(-x)$ est intégrable en valeur absolue de o à π.

II. Que $xf(x)$ tend vers zéro en même temps que x.

Cherchons sous quelles conditions on pourra représenter $f(x)$ par la série

$$(\mathrm{S}) \qquad a_0+(a_1\cos x+b_1\sin x)+\ldots+(a_n\cos nx+b_n\sin nx)+\ldots,$$

où l'on a posé

$$a_0=\frac{1}{2\pi}\int_0^\pi[f(\theta)+f(-\theta)]\,d\theta,$$

$$a_n=\frac{1}{\pi}\int_0^\pi[f(\theta)+f(-\theta)]\cos n\theta\,d\theta,$$

$$b_n=\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{+\pi}f(\theta)\sin n\theta\,d\theta;$$

ces intégrales ayant un sens d'après les hypothèses faites.

Pour que cela soit possible, il est nécessaire que a_n et b_n deviennent infiniment petits avec $\frac{1}{n}$. Cette condition se trouve remplie pour a_n d'après une remarque de Riemann, généralisée par M. Lebesgue, sur la décroissance des coefficients d'une série de Fourier.

Mais la condition $\lim\limits_{n=\infty} b_n=0$ n'est pas une conséquence nécessaire de nos

([1]) *Ueber die Darstellbarkeit einer Function durch eine trigonometrische Reihe*, § 12.

hypothèses. Elle équivaut à la suivante :

$$\lim_{n=\infty} \int_{-\pi}^{+\pi} f(\theta) \operatorname{tang} \frac{\theta}{2} \frac{\sin \frac{2n+1}{2}\theta}{\sin \frac{\theta}{2}} d\theta = 0,$$

ce qui veut dire que :

III. La fonction $f(x) \operatorname{tang} \frac{x}{2}$ [ou si l'on veut $x f(x)$] a sa série de Fourier convergente pour $x = 0$.

Si les conditions I, II, III sont remplies, non seulement a_n et b_n ont pour limite zéro, mais il en est de même, comme on le voit aisément, des intégrales

$$(\mathrm{A}) \quad \begin{cases} \int_{-a}^{+a} f(\theta) \lambda(\theta) \sin n\theta \, d\theta, \\ \int_{0}^{a} [f(\theta)\lambda(\theta) + f(-\theta)\lambda(-\theta)] \cos n\theta \, d\theta, \end{cases}$$

$\lambda(\theta)$ désignant une fonction bornée ayant une dérivée finie pour $\theta = 0$.

Or la somme des n premiers termes de la série S peut s'exprimer par l'intégrale de Dirichlet

$$2\pi S_n = \int_{-\pi}^{+\pi} \frac{\sin(2n+1)\frac{x-\theta}{2}}{\sin \frac{x-\theta}{2}} f(\theta) \, d\theta,$$

à la condition de réunir sous le signe $\int$ les éléments qui correspondent à des valeurs de θ égales et de signe contraire, pour θ voisin de zéro, et la partie de cette intégrale relative à l'intervalle $(-a, +a)$ ne contenant pas le point x, tend vers zéro avec $\frac{1}{n}$; en effet, en posant $\lambda(\theta) = \frac{1}{\sin \frac{x-\theta}{2}}$, on aura à considérer

$$\int_{-a}^{+a} \sin(2n+1)\frac{x-\theta}{2} \lambda(\theta) f(\theta) \, d\theta,$$

ce qui se ramène immédiatement à des intégrales du type (A).

Donc, le voisinage du point $\theta = 0$ n'a aucune influence sur la convergence de S_n.

On peut donc conclure que, si les conditions I, II, III sont vérifiées, la

condition nécessaire et suffisante pour que la série (S) converge vers $f(x)$ est que la fonction égale à $f(x)$, dans le voisinage du point x, et à zéro partout ailleurs, soit représentable par sa série de Fourier.

On pourra ainsi appliquer les critères connus de convergence des séries de Fourier à des classes étendues de fonctions non intégrables. En voici des exemples :

1° Posons

$$f(x) = \frac{\sin\frac{\pi}{x}}{x \log\frac{1}{x} \log\log\frac{1}{x}}$$

pour

$$0 < x \leqq \alpha \qquad \left(\alpha < \frac{1}{e^e}\right)$$

et

$$f(x) + f(-x) = 0.$$

La fonction ainsi définie satisfait aux conditions I, II, III ([1]). Elle est développable en série de la forme

$$a_1 \sin\frac{\pi}{\alpha} x + \ldots + a_n \sin\frac{n\pi}{\alpha} x + \ldots.$$

On peut remarquer que $|f(x)|$ n'est pas intégrable, mais que $f(x)$ l'est; la série précédente appartient donc à la classe des *séries de Fourier généralisées*, c'est-à-dire de celles dont les coefficients sont donnés par les formules de Fourier calculées au moyen des fonctions primitives.

2° Au contraire la série convergente

$$\sum_{2}^{\infty} \frac{\sin nx}{\log n}$$

représente une fonction qui n'est, à aucun point de vue, intégrable dans un intervalle comprenant le point $x = 0$. On voit facilement, en effet, que son intégrale indéfinie $\sum_{2}^{\infty} \frac{-\cos nx}{n \log n}$ ne tend pas vers une limite finie quand n tend vers zéro.

([1]) Pour III cela résulte d'un critère de convergence des séries de Fourier, dû à MM. Lipschitz et Dini.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les surfaces hyperelliptiques définies par les fonctions intermédiaires singulières.* Note de M. **Louis Remy**, présentée par M. Humbert.

Dans le cas où les périodes d'un système de fonctions abéliennes vérifient la relation $g' = Dg$, M. Humbert a établi qu'il existe des fonctions intermédiaires singulières $\varphi_{l,k}(u, v)$ qui ne sont pas des fonctions thêta aux mêmes périodes (¹). Les surfaces pour lesquelles les coordonnées homogènes d'un point sont égales à quatre fonctions $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ de mêmes indices l, k, de caractéristique donnée, linéairement indépendantes sont des surfaces hyperelliptiques particulières dépendant de deux modules : M. Humbert en a donné d'intéressants exemples, en particulier des surfaces du quatrième ordre à 15 points doubles (²).

Nous nous proposons de démontrer que ces surfaces peuvent être définies au moyen des fonctions thêta et qu'on peut rattacher chacune d'elles à une surface hyperelliptique plus générale, dépendant de trois modules, dont elle n'est qu'un cas singulier.

Effectuons, en effet, la transformation singulière

$$u = lU + kV,$$
$$v = DkU + lV;$$

d'ordre $\delta = l^2 - Dk^2$. Les quatre fonctions coordonnées $\varphi_i(u, v)$, d'indices l, k, se changent en des fonctions $\Theta_i(U, V)$ qui sont des fonctions thêta d'ordre δ, vérifiant d'ailleurs la condition

$$(1) \qquad \Theta\left(U - \frac{l}{\delta}, V + \frac{kD}{\delta}\right) = \Theta\left(U + \frac{k}{\delta}, V - \frac{l}{\delta}\right) = \Theta(U, V).$$

De là résulte que les deux représentations paramétriques

$$x_i = \varphi_i(u, v)$$

et

$$X_i = \Theta_i(U, V)$$

définissent une même surface Σ.

(¹) *Journal de Mathématiques,* 5ᵉ série, t. V, 1899.

(²) *Comptes rendus,* 2ᵉ semestre 1899.

Les fonctions $\Theta_i(U, V)$ auxquelles conduit la transformation précédente ont également leurs périodes G, H, G′ liées par une relation singulière; mais on peut considérer les mêmes fonctions $\Theta_i(U, V)$ répondant à des périodes générales, et, en les égalant aux coordonnées X_i, on obtient une surface hyperelliptique S(U, V), dépendant de trois modules, dont la surface Σ n'est qu'un cas singulier.

Il y a lieu de remarquer que les fonctions $\Theta_i(U, V)$ ne sont pas les fonctions thêta d'ordre δ les plus générales, car elles doivent satisfaire aux relations (1). On peut dire qu'elles admettent le Tableau suivant de périodes

$$(T) \qquad \begin{vmatrix} -\frac{l}{\delta} & \frac{k}{\delta} & G & H \\ \frac{Dk}{\delta} & \frac{-l}{\delta} & H & G' \end{vmatrix}.$$

D'où cette conclusion : Les surfaces hyperelliptiques définies au moyen des fonctions intermédiaires singulières sont identiques aux surfaces définies au moyen des fonctions thêta qui répondent au Tableau de périodes (T).

Si l'on donne aux entiers l, k, D les valeurs particulières

$$l = \delta, \qquad k = 1, \qquad D = \delta(\delta - 1),$$

le Tableau de périodes (T) est équivalent au Tableau

$$(T') \qquad \begin{vmatrix} \frac{1}{\delta} & 0 & G & H \\ 0 & 1 & H & G' \end{vmatrix},$$

et l'on est conduit aux fonctions thêta étudiées par M. Traynard.

Voici un exemple où la méthode précédente conduit à une surface du quatrième ordre à huit points doubles. Soient l, k, D trois entiers tels que

$$l^2 - Dk^2 = 2.$$

Il existe quatre fonctions $\varphi(u, v)$ d'indices $2l$, $2k$ de caractéristique non nulle, de parité donnée, linéairement distinctes, et elles s'annulent toutes pour huit demi-périodes P_i. La surface S pour laquelle les coordonnées homogènes d'un point sont proportionnelles à ces quatre fonctions est du quatrième ordre; elle possède huit droites D_i, correspondant aux demi-périodes P_i, et huit points doubles correspondant aux huit autres demi-périodes.

Cette surface jouit des propriétés suivantes : les huit points doubles sont les sommets d'un octuple gauche $a_1 a'_1 a_2 a'_2 a_3 a'_3 a_4 a'_4$ et la surface contient les quatre droites $a_j a'_j$. Chacune des droites D_i rencontre trois des droites $a_j a'_j$ et chacune des droites $a_j a'_j$ rencontre six des droites D_i. Enfin il existe une famille de quadriques Q passant par les sommets de l'octuple gauche et inscrites à la surface S, tangentes par conséquent aux huit droites D_i.

Or la configuration formée par un octuple gauche $a_1 a'_1 \ldots a_4 a'_4$ et par une droite quelconque D s'appuyant sur les droites $a_1 a'_1$, $a_2 a'_2$, $a_3 a'_3$ dépend de trois paramètres au point de vue projectif. Dès lors la surface enveloppe des quadriques Q passant par les huit points a et tangentes à la droite D peut être identifiée avec notre surface hyperelliptique S.

De là ce théorème :

Les quadriques circonscrites à un octuple gauche $a_1 a'_1 \ldots a_4 a'_4$ et tangentes à une droite D *qui s'appuie sur trois des droites $a_j a'_j$ sont tangentes à sept autres droites et enveloppent une surface hyperelliptique du quatrième ordre.*

MÉCANIQUE. — *Sur les déformations des voies de chemins de fer.* Note de M. G. **Cuénot**, présentée par M. Maurice Levy.

Une étude sur les déformations des voies de chemins de fer ([1]) m'a permis notamment d'examiner l'influence de la traverse sur ces déformations. Les expériences ont porté sur des traverses en bois de différentes longueurs, une traverse en acier en service sur le réseau de l'État et une traverse mixte (bois et acier).

Cette traverse, d'un type nouveau perfectionné par l'un des inventeurs, M. Michel, est formée de deux fers en U se tournant le dos et comprenant entre eux deux blocs de bois rectangulaires de $0^{m},70$ de longueur chacun, séparés par un espace vide. Le serrage est obtenu, en haut comme en bas, par des entretoises en acier repliées sur les ailes des fers.

Les points que j'ai étudiés sur les voies d'expériences sont le cheminement des rails, les variations de leur intervalle en ligne droite et dans les courbes, leurs déplacements verticaux et horizontaux, la compression du bois au droit des appuis, l'arrachement des tire-fonds, enfin le choc produit au droit du joint.

Toutes ces actions paraissent la conséquence de deux mouvements prin-

([1]) *Étude sur les déformations de la voie,* Paris, H. Dunod et E. Pinat.

cipaux, le mouvement transversal et le mouvement vertical ou longitudinal de la voie.

Le mouvement transversal provient de ce que la traverse au passage des charges ne s'enfonce pas seulement dans le ballast, mais qu'elle fléchit, chacun de ses points descendant dans le ballast de quantités inégales. La pression ne se répartit pas uniformément sur le ballast, et elle est d'ordinaire plus forte au droit des rails.

On avait admis *a priori* qu'une traverse chargée porte sur toute sa longueur, et que, pour diminuer son enfoncement, il convient d'augmenter sa longueur.

Les expériences que j'ai faites ont prouvé qu'il fallait renoncer à cette conception.

Les traverses longues (plus de $2^m,30$) se déforment sous l'action de la charge, suivant une courbe dont la concavité est dirigée vers le haut, avec un léger renflement vers le centre, et en renversant les rails vers l'intérieur.

Les traverses courtes de moins de $2^m,10$ fléchissent suivant une courbe convexe vers le haut; les rails se renversent vers l'extérieur.

Il a semblé qu'entre ces deux formes, il devait y avoir place pour une autre voisine de la ligne droite avec déplacement vertical, sans renversement des rails.

L'expérience a confirmé cette manière de voir et il en est ainsi pour des traverses en bois, dont la longueur est comprise entre $2^m,10$ et $2^m,20$. Les traverses mixtes de $2^m,20$ de longueur, dont les blocs sont chargés en leur milieu, ont évidemment donné des résultats très favorables à ce point de vue.

Les expériences ont confirmé ce qu'on savait déjà : la pression transmise à un corps élastique (ballast et sol), à travers une masse élastique rigide (la traverse), presque constante aux abords du centre de chargement, diminue ensuite rapidement en s'éloignant de ce point. Pratiquement, avec les dimensions courantes des traverses et du ballast, il n'y a pas d'intérêt à augmenter la surface d'appui au delà de $0^m,35$ de part et d'autre du rail.

Le bourrage de la traverse n'est utile que sur la longueur correspondant à la répartition effective de la pression. Partout ailleurs il est nuisible : la traverse se décale, reposant, soit sur ses extrémités, soit sur son centre, et fléchissant d'une façon anormale et excessive. Elle est, en quelque sorte, suspendue au-dessus des points où la pression est moindre.

Le mouvement vertical a également des conséquences importantes. Avant l'arrivée de la charge, chaque traverse est d'abord soulevée de bas en haut, puis, quand la charge se rapproche, elle redescend et s'enfonce dans le ballast au-dessous de sa position de repos. Le rail prend une forme sinusoïdale et présente aux roues du train une série de rampes et de pentes. L'emploi de rails plus rigides, de traverses moins flexibles, réduit l'effort de traction de 30 pour 100 et le mouvement des joints de moitié environ.

La suppression du choc au joint des rails, l'une des conséquences du

mouvement vertical, a particulièrement appelé l'attention des ingénieurs.

On a cherché à avoir des joints élastiques et, dans ce but, on a placé les abouts des rails en porte à faux. Mais on a créé ainsi des points singuliers dont l'enfoncement est bien supérieur à celui de tous les points voisins, notamment des traverses. J'ai mis en évidence, au moyen d'un appareil très ingénieux imaginé par M. Louis Lumière, que la dénivellation de l'amont à l'aval d'un joint atteint $5^{mm},4$; l'enfoncement d'une traverse ne dépasse pas 3^{mm}. Il convient de soutenir le joint, afin d'éviter la soi-disant élasticité, qui est une cause de destruction pour le rail et le matériel roulant.

La réduction de la flexion des traverses et du mouvement du joint permettra sans doute de dépasser les vitesses actuelles.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur un mode de construction des plans aéroplanes, permettant d'augmenter, dans de notables proportions, leur valeur sustentatrice.* Note de M. **E. Seux.** (Extrait.)

Dans son Ouvrage sur le *Vol des oiseaux*, le professeur Marey s'exprime ainsi : « Jusqu'ici les physiciens et expérimentateurs ont opéré sur des plans minces et rigides; or, tout porte à croire que, par sa forme et par son élasticité, l'aile présente des conditions plus favorables encore à la sustentation de l'oiseau. »

En effet, au lieu d'un plan mince, le bord antérieur de l'aile de l'oiseau présente une épaisseur notable, laquelle, chez certaines espèces, va jusqu'au huitième de la largeur de l'aile; chose intéressante, c'est précisément de ces espèces que font partie les oiseaux grands voiliers, qui ne battent pas ou presque pas des ailes : vautours, goélands, urubus, nauclers, albatros, frégates, etc. Il faut donc croire que cette épaisseur est tout particulièrement favorable au vol à voile.

Si l'on veut calculer les éléments d'une machine volante du système aéroplane, il y a donc lieu de tenir compte de ces enseignements et, puisque la valeur sustentatrice dépend surtout de la réaction de l'air qui se produit sur le bord antérieur de l'aile, il est utile de porter tout spécialement ses recherches sur cette partie du plan (bord antérieur de l'aéroplane).

Or, d'après les expériences faites avec des modèles en réduction possédant des bords antérieurs d'une certaine épaisseur et de formes différentes et en tenant compte des différences de conditions dans lesquelles travaillent ces petits planeurs, nous avons reconnu que cette épaisseur, qui peut

être, vers la partie centrale de l'aéroplane, du dixième de la largeur des plans, ne doit pas être uniforme, mais doit diminuer progressivement en allant du centre aux extrémités, donnant ainsi l'effet d'une surface gauche à pas décroissant qui, alliée avec la construction semi-rigide, semi-flexible des plans sustentateurs, permet à ceux-ci d'attaquer l'air sous des angles différents, d'où meilleure utilisation de la surface pour la sustentation.

De plus, l'épaisseur du bord antérieur, précédée d'une section conique divisant la lame d'air en deux parties égales qui viennent frapper simultanément les faces supérieures et inférieures du plan, procure à celui-ci un équilibre parfait et, pour ainsi dire, automatique.

Nos expériences ont été faites avec des modèles de 1^m d'envergure sur $0^m,20$ de largeur. La forme générale est concave-convexe, ou plutôt biconcave, dans le genre de l'aile de l'oiseau, la partie centrale est légèrement abaissée.

Au début, nous avons employé des plans minces, mais nous avons reconnu que l'équilibre longitudinal était fort précaire. Ayant eu l'idée de reproduire l'épaisseur de l'aile d'un goëland de $1^m,20$ d'envergure, que nous possédons, épaisseur qui est de 4^{cm} vers l'attache de l'aile, au sternum de l'oiseau et, suivant l'enseignement de l'oiseau, établie en diminuant graduellement jusqu'à l'aplanissement complet vers les extrémités, nous avons été surpris agréablement de voir que notre petit appareil, lequel, lorsqu'il présentait un bord mince, se cabrait si facilement, progressait alors droit devant lui, sans paraître éprouver une résistance notable, et cela avec un équilibre longitudinal parfait.

PHYSIQUE. — *Évaluation de la puissance des objectifs microscopiques.* Note de M. L. Malassez.

J'ai cherché à évaluer la puissance des objectifs microscopiques en me servant uniquement du microscope, des procédés et appareils employés en microscopie, afin que tous les observateurs au microscope puissent faire ces évaluations eux-mêmes, sans difficulté et appliquer la nouvelle notation que j'ai proposée (¹) pour désigner ces objectifs. Les trois procédés suivants m'ont paru fort bien remplir ces conditions (²).

(¹) *Société de Biologie,* 8, 15 juillet, 10 décembre 1904; et *Archives d'Anatomie microscopique,* 1904, p. 270.

M. Guilloz a proposé également une notation basée sur la puissance (voir *Traité de Physique biologique,* t. II, 1903, p. 1024, chez Masson, et *Société de Biologie,* 21 juin 1905).

(²) Le premier de ces procédés, que j'ai déjà exposé en même temps que ma nouvelle notation (*loc. cit.*), ressemble à d'autres qui avaient été déjà indiqués pour éva-

I. Si l'on représente par G le grossissement produit par l'objectif à la distance D', par g celui produit à une distance moindre d' et par γ la puissance, celle-ci, étant le grossissement produit à chaque unité de distance, est donnée par la formule :

$$\gamma = \frac{G - g}{D' - d'}.$$

Il suffit, par exemple, d'évaluer les grossissements produits par l'objectif, le tube de tirage du microscope étant complètement tiré, puis complètement abaissé, et la distance comprise entre ces deux positions.

II. Soient g le grossissement produit par l'objectif à la distance d' de sa face postérieure et φ' sa distance foco-faciale postérieure, c'est-à-dire la distance comprise entre son foyer et sa face postérieure; la puissance γ est donnée, pour les mêmes raisons, par les formules :

$$\gamma = \frac{g}{d' - \varphi'_p} \quad \text{et} \quad \gamma = \frac{g}{d' + \varphi'_a};$$

par la première, quand le foyer postérieur de l'objectif se trouve en arrière de sa face postérieure; par la seconde, quand il se trouve en avant d'elle, ce qui a lieu, je l'ai déjà fait remarquer, dès que les objectifs sont un peu forts.

On pourrait encore obtenir la puissance en évaluant, non plus un grossissement quelconque, mais le pouvoir grossissant P défini comme je l'ai proposé dans deux Notes antérieures ([1]), les deux formules précédentes devenant alors :

$$\gamma = \frac{P}{1 - \varphi'_p}, \quad \text{et} \quad \gamma = \frac{P}{1 + \varphi'_a}.$$

III. Enfin, comme la puissance est aussi le grossissement produit à l'unité de distance du foyer postérieur de l'objectif, on peut l'évaluer directement en déterminant le siège de ce foyer postérieur, c'est-à-dire la distance foco-faciale postérieure, puis en mesurant le grossissement produit à un décimètre plus loin, ou à toute autre unité de distance.

J'exposerai ailleurs ces trois procédés avec tous les détails nécessaires pour les mettre en pratique. Je ne puis ici qu'indiquer les résultats que j'ai obtenus en examinant un

---

luer la longueur focale, par exemple à celui de M. Gariel (*Société de Physique*, 1887). Il en est de même pour le second dont je n'ai pas encore parlé. Quant au troisième, je ne l'ai vu signalé nulle part. J'en avais encore essayé un quatrième, également inédit, je crois, qui consiste à évaluer un grossissement quelconque g, la distance d comprise entre l'objet et la face antérieure de l'objectif et celle φ comprise entre le foyer antérieur et cette face antérieure; la puissance γ est donnée par la formule

$$\gamma = \frac{1}{g(d - \varphi)};$$

mais ce procédé ne m'a pas paru suffisamment exact appliqué à ces objectifs.

([1]) *Comptes rendus*, 27 novembre et 11 décembre 1904.

certain nombre d'objectifs de forces très diverses avec eux et aussi avec un bon focomètre Weiss.

Objectifs examinés.	Puissances évaluées par le (1) Ier procédé.	IIe procédé.	IIIe procédé.	Focomètre Weiss.
à sec :				
00 Verick............	2,27	2,25- 2,27	2,26- 2,27	2,27
0 id	3,70	3,70- 3,73	3,71- 3,72	3,71- 3,72
1 id	5,70	5,67- 5,70	5,65- 5,73	5,66- 5,68
2 id	10,45	10,45-10,57	10,45-10,50	10,50
4 id	22,40-22,50	22,36-22,45	22,40-22,50	22,45-22,50
7 id	36,20	36,15-36,20	36,25-36,30	36,25-36,30
8 id	45,00-45,10	45,00-45,19	45,62-45,87	45,00-46,00
à immersion homogène :				
$\frac{1}{16}$ Stiassnie..........	59,30	59,30-59,69	59,50-59,62	60
$\frac{1}{18}$ id	69,50-70,20	69,39-70,40	69,50-70,25	?

On le voit, malgré la diversité des procédés employés, les résultats obtenus sont assez concordants, preuve que ces procédés ont tous une réelle valeur. J'ajouterai qu'on les peut appliquer à d'autres systèmes optiques, aux lentilles des oculaires microscopiques entre autres.

PHYSIQUE. — *Sur les variations des bandes d'absorption d'un cristal dans un champ magnétique.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. Poincaré.

On sait que les cristaux biréfringents présentent la propriété d'avoir plusieurs spectres d'absorption. En particulier, les cristaux uniaxes ont deux spectres différents : un spectre *ordinaire* correspondant aux vibrations de Fresnel normales à l'axe optique, et un spectre *extraordinaire* correspondant à des vibrations parallèles à l'axe (2).

(1) Dans ce Tableau, les puissances étant rapportées au décimètre, les chiffres représentent des déca-dioptries; il suffit donc de les multiplier par 10 pour que les puissances se trouvent alors rapportées au mètre et exprimées en dioptries. Les deux chiffres donnés pour un même objectif et un même procédé représentent les maxima et minima trouvés dans plusieurs évaluations successives.

(2) Henri Becquerel, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XIV, 1888, p. 170.

	Longueurs d'onde.		I. — Axe optique parallèle au rayon incident.	
	Spectre ordinaire.	Spectre extraordinaire.	Vibr. ord. parall. au champ.	Vibr. ord. perpend. au champ.
Groupe rouge.	4. 650,14-650,85 5. 651,77-652,81 6. 653,58-653,85 8. 654,17-654,39 10. 656,15-656,55 12. 658,00-658,40	1. 641,99-642,80 2. 643,30-643,89 3. 645,97-647,31 (très faible). 7. 654,07-654,39 9. 656,04-656,52 (très faible). 11. 657,11-657,58	4. S'étale vers le violet de $0^{\mu\mu},31$. 5. S'étale vers le violet de $0^{\mu\mu},31$. 6. Se dédouble. — Vibration accélérée beaucoup plus intense que vibration retardée augmente de netteté et d'intensité quand le champ augmente. *Déplacement du côté violet* $0^{\mu\mu},29$. Plus étroite que la bande primitive. 8. Se confond avec la composante de la raie 6 très faible. 10. Diminue d'intensité. 12. S'élargit un peu.	4. Se dédouble, deux bandes séparées, écartement $0^{\mu\mu},84$ environ. 5. Se dédouble, écartement $0^{\mu\mu},44$. 6. Se déplace *vers le rouge d'environ* $0^{\mu\mu},2$, en se réunissant à la bande 8, l'ensemble forme une région floue. *Pas de composante visible du côté violet.* 10. Doublet, composante plus intense du côté rouge, écartement $0^{\mu\mu},46$. 12. Devient moins intense.
Groupe vert.	13. 520,38-520,81 15. 521,02-521,29 16. 521,40-521,73 18. 522,04-522,25 19. 523,43-523,86 21. 524,11-524,25 22. 524,50-524,64 23. 525,01-525,24 (très faible).	14. 520,40-520,79 17. 521,74-522,29 20. 523,33-524,11 24. 524,87-525,37 25. 526,54-527,01	13. S'étale vers le violet de $0^{\mu\mu},05$. L'intervalle entre 13 et 15 devient sombre. 15. S'élargit et se confond avec la bande 16. Déplacement du bord côté violet $0^{\mu\mu},05$. 16. Se dédouble fortement. La composante retardée diminue d'intensité quand le champ augmente et devient presque invisible. La composante accélérée est intense et va rejoindre 15. Écartement du doublet $0^{\mu\mu},37$. 18. S'élargit du côté violet de 0,08. 19. S'élargit. Déplacement des bords, environ ±0,10. L'intervalle entre 19 et 21 disparaît. 21. Ne semble pas changer. 22. Rejoint 21 et ne se déplace pas du côté rouge. 23. Devient plus faible.	13. Se dédouble et donne deux composantes inégales. Composante accélérée moins intense. Composante retardée rejoint bande 15. Écartement du doublet environ 0,31. 15. Se confond avec 16. 16. S'élargit un peu en diminuant d'intensité. L'intervalle entre 16 et 18 devient flou. 18. Se comporte comme la vibration parallèle au champ. 19. 21. 22. } Se réunissent en une seule bande avec partie moins intense correspondant à l'intervalle 19-21. 22. Se déplace uniquement vers le violet de 0,17; en observant au moment de l'établissement du champ, on voit la composante retardée s'écarter et disparaître. 23. Disparaît totalement.

II. — Axe optique parallèle au champ.		III. — Axe optique normal au champ et au rayon.	
Vibration extraordinaire.	Vibr. ord. perpend. au champ.	Vibr. ord. paral. au champ.	Vibration extraordinaire.
1. Ne semble pas changer. 2. Le bord du côté violet rejoint la bande 1. Du côté rouge, se déplace de $0^{\mu\mu},37$. Une bande floue s'étend au delà sur $1^{\mu\mu}$ environ. 7. Deux composantes égales, plus étroites que la bande et bien séparées; écartement du doublet : $0^{\mu\mu},47$. 9. Se déplace légèrement vers le violet. 11. Se dédouble, écartement du doublet : $0^{\mu\mu},43$.	4. Léger élargissement. 5. Léger élargissement. 6. S'étend *du côté rouge seulement* et forme avec la bande suivante une région difficile à limiter. 10. Doublet peu net, écartement environ : 0,44. 12. Ne paraît pas changer.	Les bandes se comportent comme dans le cas où l'axe est parallèle au rayon incident.	1. 2. 3. } Ne changent pas. 7. S'étale vers le violet de 0,03 environ. 11. S'étale vers le rouge de 0,03 environ.
Toutes les bandes vertes s'élargissent, les bords se déplaçant de $0^{\mu\mu},04$ environ.	13. S'élargit, les bords se déplacent d'environ 0,06. 18. Se dédouble. Les composantes s'écartent proportionnellement au champ. *Écartement du doublet* $0^{\mu\mu},53$ dans un champ de 31800 u. C.G.S. 19. 21. 22. } Forment une seule bande. 23. S'élargit.		14. Se dédouble, écartement du doublet : 0,37. Composantes inégales, compos. accélérée moins intense. 17. Ne paraît pas changer. 20. S'élargit. Déplacement des bords ±0,04. 24. S'élargit. Déplacement des bords environ ±0,2. 25. Ne change pas.

Le xénotime (phosphate d'yttria avec erbine et terres rares) est l'un des cristaux uniaxes qui présentent les bandes d'absorption les plus fines et je me suis proposé de rechercher si ces bandes sont modifiées dans un champ magnétique.

Le spectre a été obtenu au moyen d'un réseau de Rowland; un rhomboèdre de spath permettait d'examiner à la fois les spectres correspondant à deux vibrations rectangulaires. Les mesures publiées aujourd'hui sont relatives à la propagation de la lumière dans une direction normale au champ magnétique.

Les variations des bandes d'absorption du xénotime dans le champ magnétique ont été observées en plaçant successivement l'axe optique dans la direction du rayon lumineux, puis normalement au rayon et aux lignes de force, enfin parallèlement au champ magnétique.

Les longueurs d'onde et leurs variations ont été évaluées par comparaison avec le spectre du fer. Deux groupes de bandes, l'un dans le rouge, l'autre dans le vert, ont été étudiés : les déplacements ont été mesurés dans un champ évalué approximativement à 31800 unités C.G.S., les résultats obtenus sont résumés dans le Tableau précédent (p. 776-777).

Les résultats les plus importants paraissent être les suivants :

En premier lieu, le déplacement de quelques bandes (nos 6, 18 et 22) est beaucoup plus considérable que l'effet que l'on pouvait attendre d'après la grandeur du phénomène découvert par M. Zeeman dans les spectres des vapeurs métalliques.

En second lieu, il est intéressant d'observer que les bandes du spectre ordinaire se comportent d'une façon très différente suivant l'orientation de l'axe du cristal, bien que l'orientation de la vibration ordinaire reste la même par rapport au champ magnétique : ainsi, lorsque l'axe est normal au champ, la bande verte n° 18, la vibration étant normale au champ, ne donne qu'une seule composante déplacée légèrement du côté du violet; au contraire, l'axe étant parallèle au champ, la même bande, pour la même direction des vibrations, se dédouble et l'écartement du doublet est de $0^{\mu\mu},53$ dans un champ de 31800 unités C. G. S. D'autre part, la bande verte n° 22 subit un grand déplacement dans le premier cas et ne varie presque pas lorsque l'axe est parallèle au champ. Ces variations suivant l'orientation de l'axe optique dans le champ semblent devoir donner des indications sur le degré de liberté des électrons en mouvement dans les cristaux biréfringents.

Enfin la différence entre les intensités des composantes séparées par le

champ magnétique doit également attirer l'attention. Comme exemple, on peut citer la bande rouge n° 6 et surtout la bande verte n° 22, dont la composante déviée du côté rouge ne peut être entrevue qu'au moment où l'aimantation s'établit progressivement dans l'électro-aimant; cette composante disparaît aussitôt que le champ devient intense. Peut-être cette inégalité résulterait-elle d'une orientation particulière des orbites des électrons, conséquence des propriétés magnétiques du cristal.

Ces phénomènes de dissymétrie sont indépendants du sens du champ magnétique.

Je me propose d'examiner les variations des bandes en dirigeant le rayon lumineux parallèlement aux lignes de force.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Osmose gazeuse à travers une membrane colloïdale.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. Lippmann.

Les physiciens qui ont étudié l'osmose des gaz, notamment Graham et Bunsen, se sont servis de plaques de graphite, de stuc, de plâtre, d'épaisseur variable [1], pour établir la loi connue sur le rapport inverse des racines carrées des densités aux quantités de gaz diffusés : $\frac{q}{q'} = \frac{\sqrt{d'}}{\sqrt{d}}$.

Mitchell de Philadelphie [2] et, 40 ans après lui, Boulland [3] se servirent de membranes animales, sans tenir un compte rigoureux de l'humidité qui les imprègne. Seul, Graham [4] exprima l'idée que, « à proprement parler, il n'y a pas de dialyse des gaz à travers les membranes colloïdales ». Mais ce n'était là qu'une vue de l'esprit. Nous avons repris la question des rapports entre septa colloïdaux et gaz, en nous dirigeant d'après les conseils affectueux de M. le professeur G. Weiss.

Voici d'abord notre dispositif expérimental :

Du gaz CO^2 bien sec arrive par la face interne d'une vessie de porc (blague à tabac)

---

(1) Cette variabilité explique les divergences constatées entre les deux savants. Il résulte, en effet, des expériences de Faraday (*Ann. de Chim et de Phys.*, 2e série, t. X, p. 388) que l'épaisseur modifie notablement la vitesse de diffusion.

(2) Mitchell, *Philadelphia Journal of medical Science,* vol. XII.

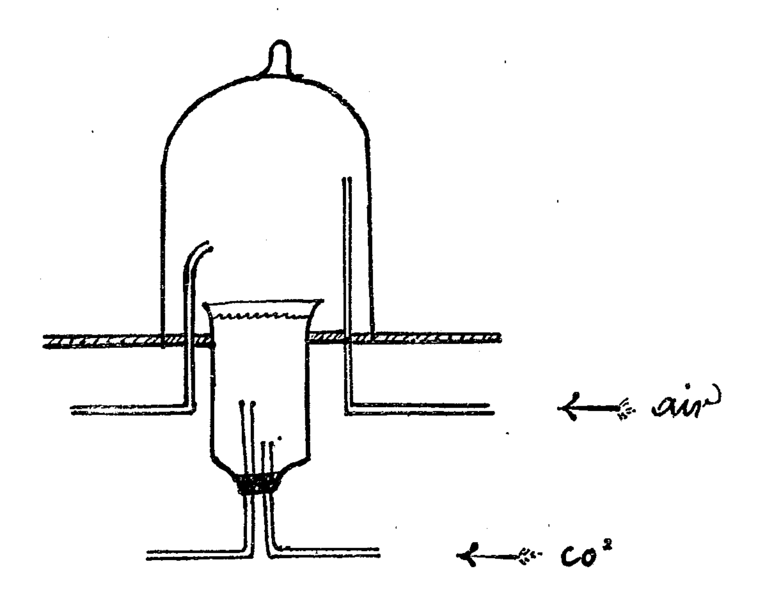
(3) Boulland, *Journal de Robin,* 1873, p. 123 à 217.

(4) Graham, *Philos. Trans.,* 1866.

fixée sur un récipient; de l'air, sec également et privé de CO^2, se rend à la face externe sous une cloche fermant hermétiquement au mercure. Le dégagement gazeux se fait bulle à bulle et sans différence de pression.

Le CO^2 qui diffuse est entraîné par l'air dans des tubes absorbants, à ponces potassique et sulfurique.

La membrane fut placée humide et, au bout d'une semaine, nous fîmes chaque jour une expérience de 30 minutes. Les résultats furent de 20^{mg}, 16^{mg}, 12^{mg} et 8^{mg} de CO^2. D'où ralentissement de l'osmose à mesure que le septum se desséchait.



En activant cette dessiccation par l'introduction d'un petit bocal de SO^4H^2 sous la cloche, retiré lors de l'expérience, les chiffres tombèrent en 15 jours de 7^{mg} à 0^{mg}, assez rapidement. Et rien ne diffusait plus, quelles que fussent la rapidité ou la durée du courant gazeux.

Conclusion. — Une membrane colloïdale déterminée, parfaitement desséchée, se montre imperméable au CO^2 quand il l'affecte par sa surface interne.

Dans les expériences de Mitchell, de Boulland, l'agent de l'osmose gazeuse est donc l'eau d'imprégnation du tissu, c'est-à-dire la dissolution. Et l'on doit s'attendre, après les travaux de Chevreul ([1]) et de Wertheim ([2]),

---

([1]) Chevreul, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. XIX, p. 32.

([2]) Wertheim, *Ibid.*, 3e série, t. XXI, p. 385.

à ce que l'état physique des membranes se modifie sensiblement par le départ de cette eau.

ÉLECTRICITÉ. — *Contribution à l'étude de la décharge intermittente.* Note de M. G. MILLOCHAU, présentée par M. Lippmann.

Au cours d'un travail sur l'influence du mode de décharge dans les tubes à vide (¹) j'ai été conduit à employer un système particulier d'électrodes, que je désignerai, par la suite, sous le nom d'*exploseur capillaire*.

Cet appareil se compose de deux fils métalliques de 2^{mm} de diamètre environ, placés en regard, sur un support convenablement disposé et coiffés chacun d'un tube de verre effilé par un bout, de manière que l'extrémité de ce tube présente une partie capillaire très étroite, l'ensemble ayant la forme d'un V renversé.

En écartant plus ou moins les deux tubes on fait varier la distance explosive et l'on peut obtenir un fonctionnement régulier. Les deux électrodes étant directement reliées aux deux pôles d'une bobine de Ruhmkorff, j'ai constaté que pour un diamètre déterminé du tube capillaire (fonction d'ailleurs de la longueur explosive) l'étincelle prend un aspect particulier, que les masses métalliques, situées dans le voisinage, sont le siège de phénomènes d'induction et qu'on en peut tirer des étincelles.

La grande netteté et l'intensité particulière du phénomène m'ont conduit à étudier, cette étincelle explosive avec l'appareil suivant, dont le principe est celui du miroir tournant.

L'image de l'étincelle est projetée par un objectif sur une pellicule circulaire fixée sur un disque tournant très rapidement autour d'un axe perpendiculaire à son plan et passant par le centre de ce disque.

Cet appareil appartient à la collection de l'observatoire de Meudon et a été imaginé par M. Janssen, en 1888 (²).

Entre l'étincelle et l'objectif est placée une lame de verre à faces parallèles et verticales, ayant 35^{mm} d'épaisseur et qui peut tourner rapidement autour d'un axe vertical, d'un quart de tour environ, à la façon d'un obturateur circulaire.

Le ressort qui actionne ce système peut être plus ou moins tendu pour permettre d'obtenir des vitesses différentes.

(¹) Ce travail m'avait été suggéré par une remarque que j'avais eu l'occasion de faire dans l'examen spectroscopique des gaz au Vésuve.

(²) Cet appareil, construit par M. Chevallier en 1888, donne une vitesse de 170 tours par seconde.

L'image de l'étincelle décrit donc sur la plaque tournante une spirale analogue à celle produite pour l'enregistrement du son sur les disques des gramophones (¹).

L'examen des épreuves obtenues montre qu'il ne s'agit pas ici d'une décharge oscillante proprement dite, mais d'une décharge *intermittente*, telle que celles déjà signalées par Feddersen (*Poggendorff's Annalen*, t. CIII, 1858, p. 69) et obtenues par lui en intercalant dans le circuit une résistance très élevée.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des photographies obtenues en dissociant l'étincelle à l'aide du dispositif décrit.

L'examen et la mesure d'une de ces épreuves montrent que les étincelles dont se compose la décharge se répartissent en groupes dont l'ensemble présente une certaine analogie avec le groupement des lignes dans les spectres de bandes.

Dans cette épreuve, j'ai pu distinguer quatre groupes, le premier comprend six étincelles séparées par des intervalles respectifs de $10^{mm},14$, $11^{mm},27$, $11^{mm},63$, $12^{mm},28$. Le deuxième est de six étincelles séparées par les intervalles : $10^{mm},59$, $11^{mm},57$, $11^{mm},98$, $12^{mm},79$, $12^{mm},20$. Le troisième de trois étincelles avec les intervalles $11^{mm},49$, $11^{mm},28$, et le quatrième, trois étincelles également avec les intervalles de $11^{mm},47$ et $12^{mm},21$.

La première étincelle de chacun des deux derniers groupes est, pour le troisième, entre la deuxième et la troisième étincelle du premier groupe et, pour le quatrième, entre la troisième et la quatrième.

Les intervalles entre deux étincelles d'un même groupe correspondent à une intermittence d'environ $\frac{4}{10000}$ de seconde. Dans une Note parue aux *Annales de Wiedemann* (t. LIX, p. 768), Schott signale certaines particularités sur les effets lumineux obtenus dans un dispositif à tube capillaire différent de celui que j'ai employé.

Il a étudié l'influence du diamètre du tube et celle de la pression, mais pas celle de la distance explosive; il a constaté les effets mécaniques provoqués dans le tube par le passage de l'étincelle; mais les effets d'induction à distance lui ont échappé malgré leur remarquable intensité.

L'exploseur capillaire ne semble donc pas agir comme un véritable oscillateur puisque le mouvement de l'électricité n'y est pas proprement ondulatoire. Il se comporte comme producteur de chocs brusques qui déterminent dans les conducteurs voisins la mise hors d'équilibre de l'électricité

(¹) On pourrait obtenir le même résultat en substituant un miroir à la lame à faces parallèles.

qu'ils renferment. Celle-ci exécute alors dans chacun de ces conducteurs un mouvement oscillatoire dont la période est propre à ce conducteur suivant le mécanisme proposé par M. Poincaré pour expliquer la résonance multiple ([1]), mécanisme vérifié, comme on le sait, par les travaux de Bjerknes ([2]), Nils Strindberg ([3]) et Décombe ([4]).

J'ai obtenu des étincelles d'induction particulièrement brillantes en employant un résonnateur composé d'une grande longueur de fil très fin ($0^{mm},1$) enroulé sur un disque de bois de $0^m,30$ de diamètre et $0^m,02$ d'épaisseur, et dont les extrémités communiquaient avec les deux boules d'un micromètre à étincelles, relié d'autre part à de grandes capacités.

Les phénomènes paraissent d'autant plus nets et plus réguliers que le diamètre du tube capillaire est plus étroit.

L'introduction de selfs ou de capacités sur le circuit paraît conduire au même résultat. L'exploseur capillaire représente donc sous un faible volume un dispositif équivalent à celui résultant de l'emploi de selfs ou de capacités élevées.

Cette circonstance ([5]), jointe à l'intensité vraiment remarquable des phénomènes d'induction, montre qu'il y aurait intérêt à poursuivre l'étude de ce mode de décharge et peut-être aussi les conditions de son emploi dans la télégraphie sans fil.

PHYSIQUE. — *Nouvelles recherches sur les ampoules productrices de rayons X.* Note de M. **Nogier**, présentée par M. d'Arsonval.

Il résulte des recherches que nous poursuivons sur les tubes à rayons X que certains de ces appareils au moins ne produisent pas dans l'hémisphère opposé à l'anticathode un champ de rayons X d'intensité sensiblement constante. C'est le contraire de ce que l'on croyait jusqu'ici.

Dans des tubes *très mous* l'intensité du rayonnement X est *maxima* dans une région très voisine du bord de l'hémisphère fluorescent vert que nous appellerons *l'équateur röntgenien.*

([1]) *Arch. de Genève,* t. XXV, 1891, p. 609.

([2]) *Wied. Ann.,* t. LIII, 1894, p. 742, et t. LV, 1895, p. 121.

([3]) *Arch. de Genève,* t. XXXII, 1894, p. 129.

([4]) *Comptes rendus,* 1er sem. 1897, p. 1017.

([5]) Le spectre de l'étincelle de l'exploseur est identique à celui de l'air avec étincelle condensée.

La décroissance de ce rayonnement se fait graduellement à mesure qu'on se rapproche de l'endroit où une perpendiculaire à la surface de l'anticathode (au point frappé par le faisceau cathodique) vient rencontrer la paroi de verre de l'ampoule. Il semble exister, suivant cet axe (*axe polaire anticathodique*), un minimum dans l'émission des rayons X.

La répartition des rayons dans l'hémisphère du tube opposé à l'anticathode se fait suivant une série de *petits cercles* parallèles à l'équateur röntgenien. En tous les points de ces petits cercles l'intensité des rayons X nous a paru *uniforme*.

Les tubes dont nous nous sommes servi étaient des ampoules de la maison Müller, de Hambourg, à anticathode ordinaire et à régulateur électrique. Ils donnaient des rayons 2 à 3 du radiochromomètre de Benoist.

L'inducteur était une bobine de Ducretet de 26^{cm} d'étincelle munie d'une soupape cathodique de Villard. Le courant au primaire était de 3 ampères et 80 volts. L'interrupteur était le nouvel interrupteur autonome de Gaiffe.

Le champ de rayons X a été étudié au moyen de bandes de papier au gélatinobromure d'argent, marque Lumière, placées sur une planchette découpée en demi-cercle. Tous les points du papier se trouvaient ainsi à égale distance du foyer anticathodique et recevaient un rayon d'incidence normale. Un intervalle moyen de 10^{mm} séparait le papier photographique de la paroi du tube.

OPTIQUE. — *Sur l'emploi de la lampe Cooper-Hewitt comme source de lumière monochromatique.* Note de MM. **Ch. Fabry** et **H. Buisson**, présentée par M. H. Deslandres.

Un grand nombre d'expériences d'optique exigent l'emploi d'une source intense de lumière monochromatique; tout progrès, dans cet ordre d'idées, permettant de faciliter l'exécution d'expériences difficiles, mérite d'être signalé.

On connaît les bons résultats que l'on obtient par l'emploi de *l'arc au mercure dans le vide* (1); son spectre contient un petit nombre de raies très fines, faciles à isoler par des milieux absorbants convenables.

Depuis peu de temps, cette source de lumière, sous une forme légèrement modifiée, est entrée dans la pratique industrielle. Il nous a paru

(1) Fabry et Perot, *Sur une source intense de lumière monochromatique* (*Comptes rendus,* t. CXXVIII, 1899, p. 1156). — Voir aussi *Journal de Physique,* 3e série, t. IX, 1900, p. 369.

intéressant de voir quels résultats donne cette nouvelle forme d'arc au mercure, connue sous le nom de *lampe Cooper-Hewitt*.

Son spectre est identique à celui de la lumière des anciens arcs au mercure. La lumière est fixe, d'éclat intrinsèque uniforme. Les raies jaunes et vertes sont assez fines pour donner des interférences observables jusqu'à une différence de marche de 22^{cm}, c'est-à-dire jusqu'aux environs du numéro d'ordre 400000. L'ancienne forme d'arc au mercure (modèle Perot-Fabry) donne à peu près le même résultat immédiatement après l'allumage; mais, après un fonctionnement de quelques minutes, probablement par suite d'un échauffement de la vapeur, les raies s'élargissent et la limite d'interférence tombe à peu près à la moitié de sa valeur primitive. Au contraire, dans la lampe Cooper-Hewitt, la différence de marche indiquée comme limite correspond à un état de régime, qui peut se maintenir indéfiniment. Les raies jaunes donnent des interférences particulièrement nettes, et les phénomènes de disparition ou de dédoublement successifs, lorsque l'on emploie simultanément les deux raies, sont nettement observables jusqu'à de très grandes différences de marche.

Le fait que la lampe Cooper-Hewitt est maintenant construite d'une manière industrielle n'est pas un médiocre avantage. Elle peut fonctionner indéfiniment sans surveillance et consomme peu d'énergie; en résumé, elle constitue, pour beaucoup d'expériences d'optique, une source de lumière de premier ordre. Toutefois, la présence de satellites qui accompagnent les quatre raies intenses du spectre visible empêche l'emploi de ces raies comme étalons fondamentaux en Spectroscopie.

CHIMIE. — *Sur l'isolement et sur les divers caractères atomiques du dysprosium.* Note de M. G. URBAIN, présentée par M. P. Curie.

Les terres rares qui, dans mes fractionnements, sont comprises entre le terbium et l'yttrium, se composent uniquement des constituants de la terre X soupçonnée par Soret (*Arch. Sc. phys. nat.*, 2e série, t. LXIII, 1878, p. 99) dans les terres yttrifères fractionnées par Marignac (*Arch. Sc. phys. nat.*, 2e série, t. LXI, 1878, p. 283).

Clève (*Comptes rendus*, t. LXXXIX, 1879, p. 478) a donné à cette terre X le nom de *holmium* que l'usage a consacré, bien qu'il n'ait pu en séparer le terbium, l'yttrium et l'erbium, ainsi que l'établissent les recherches récentes de M. Forsling (*Bihang till k. Vet. Akad. Handlingar*,

Band XXVIII, Afd. II, 1902, n° 1) sur les produits préparés par le célèbre chimiste suédois.

M. Lecoq de Boisbaudran (*Comptes rendus*, t. CII, 1886, p. 1003) a établi en toute rigueur que le holmium défini par son spectre d'absorption visible était un mélange d'au moins deux éléments. Il a réservé le nom de *holmium* à l'élément qui donne les bandes considérées par Soret comme les plus caractéristiques de la terre X et le nom de *dysprosium* à une terre caractérisée par le spectre d'absorption visible suivant :

λ.				
De 756	à 750	Forte.	Maximum,	753
De 480	à 466	Moyenne diffuse.	»	475
De 456	à 446	Forte, très diffuse.	»	451,5
De 430,5	à 425	Moyenne.	»	427,5

La terre nouvelle dont M. Lecoq de Boisbaudran a pu préparer quelques décigrammes n'avait pu être isolée depuis et plusieurs auteurs, Kruss et Nilson (*Ber. chem. Gesell.*, t. XX, 1887, p. 2134), sir W. Crookes (*Proc. Roy. Soc.*, n° 245, 1886, p. 502), M. Forsling (*loc. cit.*), l'ont supposée complexe en tant qu'élément absorbant observé dans des mélanges divers.

La multiplicité et la sensibilité des spectres que chaque élément de ce groupe peut présenter (spectres d'étincelle, d'absorption, de phosphorescence dans les solutions solides ou liquides), observés jusqu'alors dans des terres incomplètement purifiées, furent le principal obstacle qui s'est opposé non seulement à l'étude complète, mais même à l'attribution de ces caractères atomiques divers. Pour apporter quelque clarté dans une question si complexe, les auteurs ont été contraints de considérer tour à tour les éléments rares, tantôt comme des éléments absorbants, tantôt comme des éléments phosphorescents, tantôt comme des éléments encore inconnus, caractérisés par quelques lignes d'étincelle ou d'arc, observés dans des spectres très compliqués renfermant un nombre extrêmement considérable de raies.

Ces éléments spectroscopiques de divers ordres que je considère comme identiques à l'élément absorbant dysprosium sont les suivants :

Éléments à spectres de lignes.

Z_γ (Lecoq de Boisbaudran, *C. R.*, t. CII, 1886, p. 153).

Δ (Demarçay, *C. R.*, t. CXXXI, 1900, p. 387).

X_2 (Exner et Haschek, Spectres ultra-violets).

Éléments phosphorescents.

Z_α (Lecoq de Boisbaudran, *C. R.*, t. C, 1885, p. 1437; t. CII, 1886, p. 899).

G_θ (Sir W. Crookes, *loc. cit.*).

J'ai pu, en effet, isoler environ 50^{g} d'une terre présentant ces divers caractères spectraux avec une telle constance qu'il m'a été impossible jusqu'ici d'observer un indice permettant de la supposer complexe. Quatorze fractions consécutives ont accusé le même poids atomique moyen : Dy = 162,49. Mes nombres extrêmes ont été 162,64 et 162,28 et ces légers écarts ne peuvent être attribués qu'à des erreurs accidentelles dans les mesures.

L'oxyde pur de dysprosium est blanc et ne se peroxyde pas par calcination dans l'oxygène. Ses sels présentent nettement une coloration vert jaune. Les divers caractères des composés du dysprosium (solubilité des sels, basicité de l'oxyde, etc.) rangent cet élément dans la série des terres rares entre le terbium et le nouvel holmium. Outre son spectre d'absorption visible, le dysprosium présente un spectre ultra-violet particulièrement sensible et composé de bandes intenses et diffuses qui empiètent sur certaines bandes du terbium et du nouvel holmium et les masquent parfois totalement dans les mélanges.

Ce spectre est le suivant (solution neutre des chlorures) :

	λ.	
	de 400 à 394	Faible, très diffuse.
γ..	de 392 à 384,5	Très forte, diffuse. Le bord le moins réfrangible est le plus diffus. Maximum : 386,5.
	de 381,5 à 377	Moyenne très diffuse. Maximum : 379,5.
β..	de 368,5 à 361,5	Très forte, diffuse. Maximum : 365.
α..	de 355,5 à 345,5	Extrêmement forte et diffuse. Maximum : 351.
δ..	de 340 à 336	Assez forte diffuse. Maximum : 338.
α'..	de 329 à 316	Extrêmement forte. Maximum : 322,5.

Les autres caractères spectraux du dysprosium seront ultérieurement décrits en détail.

Parmi les diverses méthodes que j'ai expérimentées et qui m'ont permis d'isoler cet élément, c'est la cristallisation des éthylsulfates (G. Urbain, *Thèse*, avril 1899, Paris) qui m'a donné les meilleurs résultats.

Malheureusement la faible stabilité de ces éthers-sels ne permet pas d'en poursuivre le fractionnement journalier au delà de 18 mois, 2 ans au maximum; mais cette méthode sépare très efficacement le terbium du dysprosium. Les nitrates simples, isomorphes avec le nitrate de bismuth, permettent d'éliminer du dysprosium exempt de terbium toute trace d'yttrium *spectroscopiquement* décelable. Les deux méthodes sont également médiocres pour séparer le dysprosium du nouvel holmium et cette séparation

fort pénible impose, pour être complète, environ 20 fractions intermédiaires et exige plusieurs années de cristallisations journalières.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation industrielle de l'hydrure de calcium.* Note de M. **Georges-F. Jaubert**, présentée par M. H. Moissan.

Le calcium métallique divisé, ainsi que M. Moissan l'a démontré [1], absorbe à chaud une molécule d'hydrogène pour donner un hydrure répondant à la formule CaH^2.

Cet hydrure, sous l'action de l'eau à la température ordinaire, se décompose d'une façon analogue au carbure de calcium, en produisant un très vif dégagement d'hydrogène pur, suivant la réaction

$$CaH^2 + 2H^2O = Ca(OH)^2 + 2H^2.$$

D'après cette équation 1^{kg} d'hydrure de calcium pur dégage 1143^{l} d'hydrogène, mesurés à la température de 20°.

Nous avons entrepris et réalisé l'étude de la fabrication industrielle de ce nouveau produit. Cette fabrication se divise en deux phases :

1° *Fabrication du calcium métallique.* — Cette préparation a lieu par électrolyse du chlorure de calcium fondu. L'énergie électrique nécessaire pour préparer 100^{kg} de calcium métallique par 24 heures est d'environ 20 volts et 7500 ampères, soit un courant de 150 kilowatts.

2° *Fabrication de l'hydrure de calcium.* — Cette fabrication consiste à chauffer le calcium métallique dans des cornues horizontales maintenues à haute température. Dans ces cornues circule un courant d'hydrogène gazeux que le calcium absorbe peu à peu. Après quelques heures de chauffe tout le calcium est transformé en hydrure.

Propriétés de l'hydrure de calcium industriel. — L'hydrure de calcium industriel se présente sous forme de morceaux irréguliers poreux, blancs ou gris ; sa dureté est considérable. Il est insoluble dans les dissolvants usuels, instantanément décomposable par l'eau froide, de même que les carbures alcalins et alcalino-terreux.

Il titre environ 90 pour 100 de produit pur, le résidu étant formé en majeure partie d'azoture et d'oxyde. Dans ces conditions, 1^{kg} d'hydrure

(1) H. Moissan, *Préparation et propriétés de l'hydrure de calcium* (*Comptes rendus,* t. CXXVII, 1898, p. 29).

de calcium dégage, sous la simple action de l'eau, environ 1 mètre cube d'hydrogène pur.

Application à l'aéronautique. — 1^{kg} d'hydrure de calcium dégageant, comme nous venons de le voir, 1 mètre cube d'hydrogène pur et la force ascensionnelle de ce dernier étant d'environ 1200^{g}, cet hydrure de calcium est déjà utilisé pour les besoins de l'Aéronautique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'action des leucomaines xantiques sur le cuivre.* Note de M. N. SLOMNESCO. (Extrait.)

La théobromine, la théophiline, l'urée, probablement aussi les autres leucomaïnes xantiques, ainsi que d'autres bases analogues ont la propriété de précipiter le cuivre de ses solutions à l'état d'hydrate jaune. De même que les matières organiques réduisent le sublimé en calomel, de même on sait que la glycose réduit les sels du cuivre à l'état d'hydrate rouge; les bases ci-dessus ont presque la même propriété. Cependant il ne s'agit pas seulement d'une simple réduction, mais aussi d'une tendance de combinaison de ces bases avec le cuivre sous ce dernier état. Et si l'on fait bouillir du cuivre en limaille avec ces bases en solution aqueuse, on a le même précipité caractéristique, d'une couleur jaune trouble.

Ce réactif est intermédiaire entre l'hydrate de sodium et l'ammoniaque, tandis que l'hydrate de sodium précipite l'hydrate jaune d'une solution de chlorure cuivreux, l'ammoniaque le dissout et le réactif en question le reprécipite à son premier état.

Dans une solution de chlorure cuivrique comme dans toute solution d'un sel de cuivre, ce réactif précipite la moindre trace de cuivre, tandis que les alcalis en excès redissolvent leurs précipités. D'où un moyen de reconnaître la présence, dans les eaux potables, du cuivre provenant par exemple de l'emploi du sulfate de cuivre pour la purification des eaux d'égouts, ce sel pouvant donner un résultat satisfaisant en arrêtant indéfiniment la fermentation urique. Il agit non seulement en transformant le carbonate d'ammonium, produit de la fermentation :

$$SO^4Cu + 2\,AzH^3 + CO^2 + H^2O = CO^3Cu + CO^3(AzH^4)^2,$$

mais aussi par cette combinaison que je viens de signaler entre les sels de cuivre et ces bases contenues dans ces eaux.

J'attribue à cette précipitation du cuivre dans l'organisme, par les bases

xantiques, le fait que le cuivre dans des proportions convenables n'est pas toxique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau type de réactions d'équilibre.* Note de M. **L.-J. Simon**, présentée par M. H. Moissan.

L'acide diuréthanepyruvique dont j'ai signalé (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 535) la formation et les propriétés descriptives résulte de l'action de l'acide pyruvique sur l'uréthane en l'absence de tout agent de condensation

$$CH^3-CO-CO^2H+2NH^2-CO^2C^2H^5 = H^2O + CH^3-C(NH-CO^2C^2H^5)(NH-CO^2C^2H^5)-CO^2H$$

I. Le rendement de cette réaction est très bon, mais il ne devient quantitatif que si l'on élimine l'eau formée. Cette eau joue en effet un rôle antagoniste; elle a, vis-à-vis de l'acide diuréthanepyruvique, une action décomposante inverse de celle qui l'a produit. *Les choses se passent sensiblement comme dans le phénomène classique de l'éthérification d'un acide par un alcool en l'absence d'agent de condensation.*

L'acide diuréthanepyruvique est insoluble dans l'eau : en suspension dans ce liquide on peut le doser exactement en présence de phtaléine au moyen d'une liqueur alcaline titrée : le virage alcalin se produit en même temps que disparaît le dernier grain de substance.

Cependant, au contact de l'eau, il lui communique une réaction acide à l'héliantine, puis peu à peu il disparaît, en sorte que, par une analyse superficielle, on serait tenté de lui attribuer un coefficient de solubilité. En réalité, cette disparition se produit en conséquence d'une décomposition en uréthane et acide pyruvique qu'on peut facilement caractériser isolément dans la liqueur.

Cette action de l'eau est lente à la température ordinaire : 100^{cm^3} d'eau font ainsi disparaître $0^g,15$ par heure. Elle se poursuit régulièrement jusqu'à la disparition totale : 100^{cm^3} peuvent faire disparaître jusqu'à 750^g d'acide.

II. La température a sur la vitesse du phénomène la même influence accélératrice que sur l'éthérification et la saponification.

100^{cm^3} d'eau exigent à froid une dizaine d'heures pour dissoudre $1^g,75$ de substance

mais les dissolvent en quelques instants à une douce chaleur. Cette action combinée de l'eau et de la chaleur rend compte de quelques particularités de l'histoire de l'acide diuréthanepyruvique : sa tendance à rester en surfusion s'il n'est pas absolument sec et l'impossibilité de réaliser à l'étuve cette dessiccation complète.

III. Il y avait lieu de se demander si l'acide est entièrement dissocié par l'eau ou bien si une fraction est maintenue dissoute grâce à la présence des produits de décomposition d'une autre partie. J'ai pensé que la cryoscopie pourrait me donner quelques renseignements sur ce point.

Dans un volume fixe d'eau on suspend un poids connu d'acide; on le fait entrer rapidement en solution en chauffant à une température convenable, on refroidit et l'on procède à la mesure. Les résultats conduisent à conclure que :

1° Pour une concentration déterminée l'état de la dissolution dépend de la température à laquelle elle a été portée : la dissociation croît avec la température ;

2° La dissociation croît avec la concentration, par suite de la température plus élevée qu'on est obligé d'atteindre pour provoquer dans le même temps la dissolution ;

3° La dissociation est totale pour la concentration la plus forte; pour les plus faibles il semble y avoir une molécule dissoute pour une dissociée.

IV. Les deux réactions inverses se limitent l'une l'autre. Je ne me suis pas préoccupé de fixer la limite commune avec précision. Néanmoins il m'est permis de donner à cet égard des indications approximatives.

Dans des expériences faites sur des quantités assez massives et poursuivies pendant des durées croissantes, le rendement effectif, c'est-à-dire le rapport entre le nombre de molécules d'acide combiné réellement recueilli et le nombre total de molécules d'acide mis en jeu, a pris les valeurs croissantes, en centièmes : 47, 55, 68 pour des durées de 2, 4, 11 jours. D'autre part, on arrive à la valeur un peu plus élevée, 71 pour 100, par la considération de la quantité minimum d'eau qui empêche toute réaction à froid.

Par cette valeur approximative de la limite comme par ses autres caractères le phénomène actuel se rapproche bien de l'éthérification des éthers ou des acétols, un peu plus de ces derniers par le nombre de molécules mises en jeu. Il se singularise par les molécules intéressées à la combinaison et à la décomposition et surtout par leur mode de liaison.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Mode opératoire pour le dosage du cadmium.* Note de M. H. **Baubigny**, présentée par M. Troost.

Dans une Note antérieure (séance du 5 mars 1906, p. 577) j'ai démontré, par les résultats de mes expériences, que le sulfure de cadmium n'est pas aussi altérable qu'on le supposait et qu'on peut, sous certaines conditions, incinérer en sa présence le filtre sur lequel il a été recueilli. C'est ce mode opératoire dont je veux indiquer aujourd'hui les principaux détails.

La solution acide du sulfate de cadmium, chauffée à 85°-90°, est traitée par le gaz sulfhydrique en laissant s'abaisser lentement la température du liquide. Quand elle est tombée à 50°-55°, on arrête le courant gazeux, et l'on abandonne jusqu'à refroidissement complet en fermant le vase par une plaquette de verre. L'opération se fait au mieux dans une fiole conique. On a ainsi un précipité dense, constitué par une poudre cristalline rougeâtre, facile à filtrer et à laver. L'eau distillée suffit pour le lavage de cette matière cristalline.

En ajoutant 2 pour 100 *en volume* d'acide SO^4H^2 ($d = 1,84$) à la solution, la précipitation du cadmium est toujours totale, même si la liqueur ne contient que $0^g,001$ de $CdSO^4$ par 100^{cm^3} ($\frac{1}{100000}$). Pour des richesses plus élevées en métal, il n'y a cependant aucun inconvénient à augmenter la proportion d'acide libre; par exemple, pour une teneur en sulfate de cadmium de $0^g,150$ par 100^{cm^3}, la quantité d'acide SO^4H^2 peut être portée pour le même volume à 6^{cm^3} ou 7^{cm^3}. Seulement, pour que la précipitation soit complète avec cette proportion d'acide relativement forte, ainsi que lorsqu'il n'y a que des traces de cadmium même au cas d'un acidité notablement moindre, on ne doit filtrer le précipité qu'après 3 à 4 heures de repos, parce qu'alors les dernières portions du sulfure ne se séparent que lentement. C'est ce qui fait que dans une solution ne renfermant qu'un poids très minime de sel de cadmium, comme celle au $\frac{1}{100000}$, bien que le sulfure ne s'y forme en partie que lorsque le liquide s'est déjà refroidi, il se dépose encore à l'état cristallin, en raison de sa formation lente.

A chaud et en milieu acide, il est rare que le sulfure se fixe au verre et, quand le fait a lieu, l'adhérence est assez faible pour qu'avec une barbe de plume, en présence d'un peu d'eau, le produit soit vite détaché. Sur le tube abducteur du gaz sulfhydrique seulement, l'adhérence est parfois très forte; on opère alors la dissolution avec un peu d'acide chlorhydrique, qui sera utilisé ultérieurement.

Le sulfure cristallin (1) une fois rassemblé et lavé sur le filtre, ce dernier est essoré sur du papier Joseph, puis tassé avec son contenu dans un creuset de Saxe, qu'on place sur une capsule en porcelaine à fond plat, reposant elle-même sur un fourneau Wiessnegg à flamme éclairante. On chauffe d'abord doucement et, lorsque la dessicca-

(1) Sa densité est telle qu'un petit filtre de 5^{cm} de diamètre suffit amplement pour recevoir celui donné par $0^g,400$ de $CdSO^4$.

tion est complète, on élève la température de façon à décomposer peu à peu le papier du filtre, ce qui donne lieu à un dégagement de produits empyreumatiques.

Cette *distillation* achevée, on donne presque toute la flamme, mais sans lui laisser toucher la capsule et, en même temps, on renverse sur le creuset, pour lui constituer comme une sorte d'étuve, un entonnoir ébréché en deux ou trois points de façon à permettre l'accès de l'air. Dans ces conditions, le fond de la capsule peut aisément être amené à 500° (pince thermo-électrique) et en peu de temps on voit le squelette de charbon laissé par le filtre prendre feu en un point et l'ignition (¹) se propager de proche en proche jusqu'à incinération complète en laissant le sulfure à nu. Cette combustion a lieu même assez rapidement, contrairement à ce qui se produit d'ordinaire, *à cette température,* pour les filtres chargés de matières étrangères. Le fait est certainement dû à la nature du précipité qui se détache facilement du papier. Cette incinération réussit d'autant mieux que le lavage du filtre a été plus parfait et l'acide sulfurique plus soigneusement enlevé. Car, si la carbonisation du papier pendant la dessiccation est provoquée par un reste de cet acide l'imprégnant encore, il se forme un charbon moins poreux que celui donné par la distillation et, par suite, plus difficile à brûler.

Quand, par hasard, un brin du filtre resté au-dessus de la masse du sulfure a échappé à l'incinération, il est ramené avec un petit fil de platine (²) sur le fond du creuset, où il ne tarde pas à être détruit.

Le sulfure est alors transformé en sulfate, par dissolution à tiède dans l'acide chlorhydrique qui a servi à enlever le sulfure déposé sur le tube abducteur du gaz sulfhydrique lors de la précipitation, et en évaporant ensuite avec quelques gouttes d'acide sulfurique ajouté avec l'acide chlorhydrique. Toute l'opération se fait en chauffant le creuset sur la capsule de porcelaine. Au début, lors de l'attaque du sulfure, on opère à douce chaleur et en couvrant avec un verre de montre pour parer aux pertes par projection, tandis qu'à la fin, après l'évaporation du liquide, lorsque l'odeur du gaz chlorhydrique chassé par l'acide sulfurique a disparu, on élève petit à petit la température pour volatiliser à son tour l'excès de ce dernier acide. Au besoin, on utilise l'étuve artificielle constituée par le système de l'entonnoir renversé. A 400°-450°, il ne reste que le sulfate de cadmium anhydre, très stable, comme on sait.

(¹) Le sulfure de cadmium qui, sous l'influence de la chaleur, a pris une teinte amarante foncée, donne lui-même au voisinage du charbon en ignition, par l'effet de l'éclairement, comme l'impression d'un corps porté à l'incandescence.

(²) Avec un fil de platine très fin, on peut toucher les substances minérales portées à haute température sans avoir à craindre aucune perte par adhérence. Le plus souvent, rien ne reste après le fil et, quand il s'y fixe une particule de matière, on l'en détache par un léger choc du fil sur le bord du creuset.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de la matière albuminoïde du lait.* Note de MM. TRILLAT et SAUTON, présentée par M. Émile Roux.

La nouvelle méthode de dosage que nous présentons est basée sur la propriété, déjà mise en évidence par l'un de nous (¹), que possède l'aldéhyde formique d'insolubiliser, sans en faire varier le poids, les matières albuminoïdes du lait. Ces substances formolées, précipitées à l'état de poudre, offrent à l'action des acides et des alcalis une résistance remarquable qui permet de les purifier complètement par lavage, sans crainte de les redissoudre partiellement.

Après avoir étudié les conditions dans lesquelles ce dosage devait s'effectuer, nous avons soumis notre méthode à une série d'essais de contrôle, destinés à faire la preuve de son exactitude. Voici le résumé de notre travail :

Mode opératoire. — 5^{cm^3} de lait, étendus à 25^{cm^3} avec de l'eau distillée, sont portés à l'ébullition pendant 5 minutes; le liquide est ensuite additionné de 5 gouttes de formol commercial (il est important de remarquer que cette addition ne doit être faite qu'*après l'ébullition du lait*). On laisse bouillir encore 2 à 3 minutes; on abandonne au repos pendant 5 minutes, puis on traite le liquide par 5^{cm^3} d'acide acétique à 1 pour 100; on agite. Il se forme un précipité pulvérulent qu'on recueille sur un filtre taré, dès que le liquide surnageant est parfaitement limpide. Après avoir lavé à l'eau distillée, on introduit le filtre et son contenu dans un appareil à épuisement, où l'on extrait la matière grasse par l'acétone qui permet un dégraissage plus rapide que l'éther. On dessèche à l'étuve à 75°-80° et l'on pèse. L'opération totale s'effectue en moins de 2 heures. La matière grasse peut être dosée en évaporant l'acétone.

Le mouillage, l'écrémage, la stérilisation et l'aigrissement du lait n'ont aucune influence sur la bonne marche du dosage. La méthode a été également appliquée aux laits de brebis, de chèvre et d'ânesse, au petit lait de vache et au lait colostral (²). A titre d'exemple, voici quelques résultats se rapportant à 1^l de lait.

	Matière albuminoïde.		Matière albuminoïde.
Lait de vache	39,109	Lait de chèvre	36,64
Même lait mouillé au $\frac{1}{10}$	34,330	Lait d'ânesse	21,03
» à 50 p. 100.	19,500	Lait colostral (vache)	11
Lait de brebis	55,520	Petit lait	4,50

La méthode est applicable au lait conservé au bichromate de potasse.

(¹) *Comptes rendus,* 1er mai et 1er août 1892; *Id.,* 14 mars 1904.

(²) Nous étudions à part un procédé de dosage du lait de femme basé sur le même principe.

Contrôle de la méthode. — Nous avons porté toute notre attention sur le contrôle de cette méthode en établissant : 1° que toute la matière albuminoïde est séparée ; 2° qu'elle possède bien la composition élémentaire de la caséine ; 3° enfin qu'elle n'a subi aucune variation de poids.

I. La complète séparation des matières albuminoïdes est démontrée : (*a*) par l'absence de toute trace de précipité dans les eaux du filtrat lorsqu'on y ajoute les réactifs les plus sensibles ; (*b*) la recherche de l'azote dans le résidu de l'évaporation des eaux du filtrat a donné un résultat négatif ; (*c*) le dosage de l'azote dans le lait concorde avec celui du précipité.

II. La composition élémentaire de la matière albuminoïde insolubilisée correspond bien à celle donnée par les auteurs qui se sont le plus attachés à sa purification. Nous avons aussi cherché à l'identifier avec la caséine purifiée d'après le procédé indiqué par Hammarsten.

	Matière albuminoïde insolubilisée.	Composition de la caséine d'après : Dumas.	Volcker.	Hammarsten.
Carbone	52,88	53,50	53,43	52,96
Hydrogène	6,96	7,05	7,12	7,05
Azote	15,80	15,77	15,36	15,65
Oxygène	22,820	23,68 (Oxygène à Cendre)	21,92	22,713
Phosphore	0,710		0,74	0,847
Soufre	0,830		1,11	0,780
Cendre	impondérable		0,32	impondérable
	100,00	100,00	100,00	100,00

III. La théorie s'accorde avec la pratique pour démontrer que la matière albuminoïde, à la suite de son insolubilisation sous l'action de la formaldéhyde, ne varie pas apparemment de poids et que cette variation est inférieure aux erreurs de pesées.

(*a*). La comparaison des poids moléculaires de la matière albuminoïde et de l'aldéhyde formique indique suffisamment que le poids du résidu aldéhydique fixé est insignifiant, par rapport à celui de la molécule albuminoïde combinée et ne peut entraîner qu'une augmentation de poids négligeable.

(*b*). L'insolubilisation de la caséine, exposée sous une cloche contenant des traces de trioxyméthylène, se produit sans variation apparente de poids.

(*c*). Inversement, le titre d'une solution de formaldéhyde ne change pas sensiblement en y laissant insolubiliser de la caséine. Le poids de la matière albuminoïde insolubilisée reste toujours le même lorsqu'on fait varier dans le dosage d'un même lait les proportions de formol. (Trouvé, par exemple, des chiffres de caséine variant par litre entre 38 et 38,2 pour un même lait formolé de $\frac{1}{1000}$ à 100 pour 100.)

On peut donc conclure de l'ensemble de ces résultats que la matière albuminoïde du lait est entièrement séparée et que sa transformation, sous l'influence de l'aldéhyde formique, ne fait pas varier sensiblement ni son

poids, ni sa composition élémentaire. Nous pensons que cette méthode ainsi contrôlée présente des garanties d'exactitude suffisantes pour légitimer son emploi. A ce titre, elle pourra contribuer à faire disparaître la pratique défectueuse qui consiste à évaluer par différence l'élément le plus important du lait.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur l'action catalytique exercée par les sels alcalins et alcalino-terreux dans la fixation de l'oxygène de l'air par les solutions de polyphénols.* Note de **E. Fouard**, présentée par M. Émile Roux.

I. La fixation de l'oxygène gazeux par les solutions de polyphénols, réaction qui s'accomplit dans les êtres vivants, est soumise, comme toutes les réactions biologiques définies, à de nombreuses influences modifiant sa vitesse dans des proportions très variables.

Une de ces influences, particulièrement activante, est due à la présence dans la solution de polyphénol d'un sel halogène de métal alcalin ou alcalino-terreux : elle appartient à la classe des actions dites *catalytiques*.

La fonction catalytique de ces sels est prouvée par les faits suivants :

1° Si à la solution d'un chlorure, on ajoute quelques gouttes d'une teinture neuve de gaïac, on observe un bleuissement graduel; si l'on y ajoute une solution d'hydroquinone, on observe l'altération progressive des couches superficielles du mélange.

2° L'essai témoin, sans chlorure, n'indique qu'une action très faible, dont une juste appréciation est fort incertaine pour les motifs suivants : d'abord l'eau distillée ne peut être chimiquement pure, rigoureusement exempte de sels; ensuite l'usage comparatif de vases de verre, de porcelaine, de platine accuse toujours un léger renforcement de teinte pour l'essai dans le verre, attribuable sans doute à une légère solubilité de celui-ci.

3° Les essais avec chlorures pratiqués dans des vases de verre, de porcelaine ou de platine, n'indiquent *aucune différence d'activité appréciable*, ce qui confirme l'action négligeable de la matière de la paroi, par rapport à l'action des sels.

4° Dans le vide, par l'absence d'oxygène, aucun changement ne se produit.

5° Cette propriété n'appartient qu'aux chlorures, bromures et iodures des métaux cités, y compris l'ammonium et le magnésium; elle est inappréciable pour les autres sels, sulfates, nitrates, phosphates, etc.

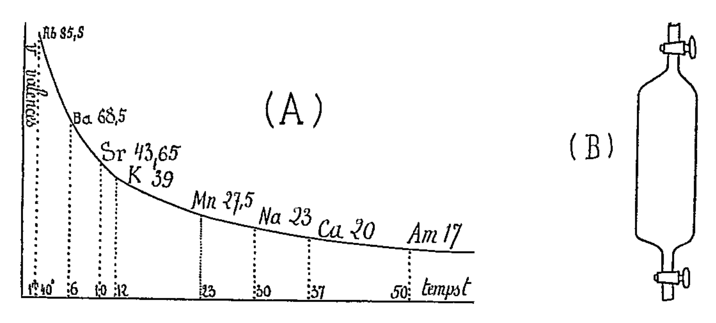
Ayant préparé avec des chlorures de ces métaux, vérifiés purs, et avec celui de manganèse comme terme de comparaison, des solutions contenant le même nombre de valences grammes par litre, j'ai étudié leurs activités dans deux réactions de ce genre, avec la teinture de gaïac et avec l'hydroquinone.

II. En employant un volume de 5^{cm^3} de chacune de ces solutions équivalentes, additionné de 10 gouttes de réactif de gaïac, j'ai mesuré, pour des séries de concentrations croissantes, jusqu'à la valeur de 2 valences grammes, le temps (t) employé par chaque mélange pour atteindre un bleu colorimétrique type, correspondant à un même terme d'oxydation.

J'ai observé : 1° que l'ordre décroissant des vitesses change avec la concentration, donc avec le coefficient d'ionisation; mais, dans tous les cas, le sodium et le calcium se montrent les plus actifs; 2° à la dose correspondant à 2 valences grammes, le phénomène se compliquant par le fait d'une coagulation, la suite croissante des temps (t) coïncide exactement avec celle décroissante des poids, comme le montre le Tableau suivant :

Solutions.	v valences.	t (en min.).	Solutions.	v valences.	t (en min.).	Solutions.	v valences.	t (en min.)
$RbCl(2n)$ (1).	$\frac{85,5}{1} = 85,5$	$1^m,40^s$	$KCl(2n)$..	$\frac{39}{1} = 39$	12^m	$CaCl^2(n)$..	$\frac{40}{2} = 20$	37^m
$BaCl^2(n)$....	$\frac{137}{2} = 68,5$	6	$MnCl^2(n)$.	$\frac{55}{2} = 27,5$	23	$AmCl(2n)$.	$\frac{17}{1} = 17$	50
$SrCl^2(n)$....	$\frac{87,3}{2} = 43,65$	10	$NaCl(2n)$.	$\frac{23}{1} = 23$	30	$LiCl(2n)$..	$\frac{7}{1} = 7$	plus de 2 heures

Si l'on relie les deux variables t et v par une courbe, on obtient le tracé (A) de forme hyperbolique, dont l'équation est $tv^x = \text{const}$.



III. Des tubes cylindriques en verre, (B), fermés à chaque extrémité par un robinet, de volumes exactement jaugés, ont été remplis d'une quantité de solution égale à la moitié de la capacité totale de chacun d'eux. La solution était, pour chaque chlorure, normale pour les bivalents, binormale

---

(1) (n) = concentration moléculaire normale.

pour les monovalents, et contenait de l'hydroquinone à la dose de 2,5 pour 100. Un tube témoin, joint à cette série, contenait, au lieu de sel, de l'eau distillée. Tous ces tubes fermés, contenant un volume d'air égal au volume du liquide, isolé à température et pression connues, enduits de paraffine sur chaque robinet, ont été immergés dans un bain d'huile, pour éviter toute fuite gazeuse. Après 15 jours, pendant lesquels la réaction s'est poursuivie d'une façon continue, j'ai mesuré et analysé chaque résidu gazeux. Il a été constaté :

a. Une diminution du volume d'oxygène;

b. L'absence d'oxyde de carbone et d'acide carbonique.

Pour chaque sel, le volume d'oxygène absorbé a été mesuré et j'en ai déduit par calcul, avec corrections de température et de pression, la valeur du rapport

$$R = \frac{\text{oxygène absorbé}}{\text{oxygène total}}.$$

Les résultats sont les suivants, dans l'ordre décroissant de R :

	Pour 100.		Pour 100.
$NaCl$ (2*n*)........	R = 76,1	$BaCl^2$ (*n*)..........	R = 62,2
$MnCl^2$ (*n*)..........	73,7	$LiCl$ (2*n*).........	60,2
$CaCl^2$ (*n*)..........	70,4	$SrCl^2$ (*n*)...........	56,6
KCl (2*n*)........	67,7	Témoin eau.........	13,3

Conclusions. — Ces premières études caractérisent déjà quelques influences : 1° celle du rapport du poids atomique à la valence de l'élément, dans le cas du gaïac, où d'ailleurs une action coagulante du sel se superpose au phénomène étudié; 2° celle de la dilution, ou du coefficient d'ionisation; 3° par suite de l'inaction des sels autres que les halogènes, on peut déduire que les ions négatifs ont ici une action spécifique et que les ions positifs en ont une autre, toutes les deux concourant à la réaction; 4° l'ordre général de classification des métaux montre que les plus actifs, sodium, manganèse, calcium, potassium, sont parmi les éléments minéraux essentiels des êtres vivants.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Formation et distribution des composés terpéniques chez l'oranger à fruits amers*. Note de MM. **Eug. Charabot** et **G. Laloue**, presentée par M. A. Haller.

Cette étude viendra compléter et confirmer les résultats fournis par les recherches que nous avons déjà effectuées. Elle portera sur une plante

vivace ligneuse, l'oranger à fruit doux (*Citrus aurantium*), c'est-à-dire sur un exemple analogue à deux autres examinés déjà : mandarinier et oranger à fruits amers ([1]).

Nous nous occuperons successivement : 1° de la formation et de la distribution de l'huile essentielle; 2° de la distribution des divers principes constitutifs de l'essence.

Formation et distribution de l'huile essentielle. — Les organes végétaux ont été examinés à trois stades successifs de leur développement : le 26 mai 1904, des rameaux très jeunes ont été coupés dont on a séparé les feuilles et les tiges; le 17 juin 1904, on a fait sur les mêmes arbres une coupe de rameaux jeunes et une coupe de rameaux ayant de deux à quatre années d'existence.

Au *premier stade* nous avons trouvé :

Proportion d'huile essentielle contenue dans 100 parties						Poids d'essence contenu dans		
de tiges		de feuilles		de rameaux entiers			le poids de tige corresp.	une feuille et le poids de tige corresp.
fraîches.	sèches.	fraîches.	sèches.	frais.	secs.	une feuille.	à une feuille.	
0,055	0,184	0,095	0,404	0,089	0,366	0mg,295	0mg,025	0mg,320

Ces nombres montrent nettement, ce que nous avons déjà constaté dans les autres cas examinés, à savoir : *les feuilles sont sensiblement plus riches que les tiges en composés odorants,* encore que, au stade considéré, la proportion d'essence dans la tige soit relativement élevée.

Au point de vue absolu, *la feuille toute jeune renferme près de douze fois plus d'essence que la tige.*

Les nombres obtenus au *deuxième stade* sont les suivants :

Proportion d'huile essentielle contenue dans 100 parties						Poids d'essence contenue dans		
de tiges		de feuilles		de rameaux entiers			le poids de tige corresp.	une feuille et le poids de tige corresp.
fraîches.	sèches.	fraîches.	sèches.	frais.	secs.	une feuille.	à une feuille.	
0,073	0,132	0,222	0,735	0,182	0,513	0mg,755	0mg,092	0mg,847

Par rapport à la matière sèche, la proportion d'essence a diminué dans les tiges et augmenté dans les feuilles. Elle s'est accrue dans l'ensemble formé par ces deux organes.

Si la proportion d'essence a baissé dans la tige sèche; en d'autres termes, si la ma-

([1]) Charabot et Laloue, *Comptes rendus,* t. CXXXVII, p. 996, t. CXXXVIII, p. 1229 et p. 1513.

tière odorante ne s'est pas accumulée dans cet organe avec une abondance relative aussi grande que la matière végétale totale, *on en voit néanmoins apparaître un poids nouveau* ($0^{mg},092 - 0^{mg},025 = 0^{mg},067$) égal à près de trois fois le poids primitif. En même temps, *dans la feuille, la quantité absolue d'essence s'est accrue de*

$$0^{mg},755 - 0^{mg},295 = 0^{mg},460.$$

Dans l'ensemble des deux organes, il y a eu une augmentation du poids d'essence s'élevant à $0^{mg},847 - 0^{mg},320 = 0^{mg},527$.

Par conséquent, l'intervalle considéré correspond à une période de formation active de l'essence; l'accumulation de l'essence dans la tige est importante au point de vue absolu, mais elle se ralentit par rapport à celle des autres matières.

Au *troisième stade* considéré, nous sommes arrivés aux résultats suivants :

Proportion d'huile essentielle contenue dans 100 parties						Poids d'essence contenu dans		
de tiges		de feuilles		de rameaux entiers				
fraîches.	sèches.	fraîches.	sèches.	frais.	secs.	une feuille.	le poids de tige corresp. à une feuille.	une feuille et le poids de tige corresp.
0,008	0,012	0,221	0,602	0,096	0,180	$0^{mg},939$	$0^{mg},048$	$0^{mg},987$

La proportion d'huile essentielle a décru d'une façon considérable dans la tige, elle a décru aussi dans la feuille d'une façon sensible depuis le stade précédent. Elle a, par conséquent, baissé dans l'ensemble des deux organes, et cela aussi bien dans le premier stade que depuis le second.

Dans le poids de tige correspondant à une feuille, nous observons une diminution de $0^{mg},092 - 0^{mg},048 = 0^{mg},044$, c'est-à-dire 50 pour 100. *Dans chaque feuille il y a, au contraire, augmentation* de

$$0^{mg},939 - 0^{mg},755 = 0^{mg},184$$

du poids d'essence; de sorte qu'en somme il y a eu formation d'une nouvelle quantité d'huile essentielle entre les deux derniers stades. Mais l'écoulement dans la tige ne compense pas la consommation de composés odorants dans cet organe ou leur départ vers d'autres parties de la plante.

Distribution des divers principes constitutifs de l'huile essentielle. — Les quantités des différentes essences de tiges dont nous disposions ne nous ont pas permis d'effectuer d'une façon complète l'analyse de ces essences. Nous avons cependant pu constater qu'elles ne renferment que des traces de citral, et nous sommes arrivés à la conclusion suivante : *le citral se ren-*

contre plus abondamment dans l'essence de feuilles que dans l'essence de tiges, plus abondamment aussi dans la feuille elle-même que dans la tige.

L'analyse des essences de feuilles nous a montré que, *entre le premier et le second stade, la proportion de citral augmente dans l'essence ainsi que la proportion d'éther; le rapport entre l'alcool combiné et l'alcool total croît; enfin la teneur en alcool total diminue.* Il y a là une nouvelle confirmation des résultats obtenus par l'un de nous au sujet de l'évolution des composés terpéniques. D'autre part on peut constater que la période d'éthérification active des alcools est aussi celle pendant laquelle se forment des proportions notables d'essence.

A la fin, l'éthérification devient moins active. — De plus nous voyons que les essences non dissoutes dans les eaux de distillation renferment une proportion d'alcool éthérifié plus forte que les essences extraites des eaux. Par contre les premières paraissent renfermer un peu moins de citral que les secondes.

ZOOLOGIE. — *Sur un Cestode parasite des Huîtres perlières déterminant la production des perles fines aux îles Gambier.* Note de M. **L.-G. Seurat**, présentée par M. Edmond Perrier.

L'Huître perlière des lagons des Gambier (Océan Pacifique Sud), la *Margaritifera margaritifera* var. *Cumingi* Reeve, vivant par des fonds de 10^{m} à 25^{m}, est remarquable par la présence de kystes de dimensions et de formes très variées, qui se rencontrent dans les divers organes, plus spécialement dans les branchies et la lame d'attache de celles-ci; le ventricule, le manteau, les régions dorsale et latéro-dorsale du corps, les palpes labiaux, le foie, la paroi du rectum, la veine branchiale, sont les autres parties atteintes.

Ces kystes, dont le diamètre est d'environ $1^{mm},5$, renferment à leur intérieur un petit animal visible à l'œil nu, que l'on arrive à extraire assez facilement en dilacérant l'enveloppe.

Cet organisme est un ver, un scolex de Cestode que nous rapportons au genre *Tylocephalum* Linton; il continue à vivre dans l'eau de mer et se déplace, au fond du verre de montre dans lequel il est placé, par des mouvements de contraction et d'extension.

A l'état de contraction, ce scolex est ovoïde, atténué à l'une de ses extrémités et mesure 250^{μ} de longueur; l'extrémité la plus grosse présente un orifice arrondi, qui

mène dans une cavité en forme de dé, entourée d'un anneau musculaire très net, au fond de laquelle se trouve une petite trompe arrondie, mesurant 55^{μ} de diamètre à sa base; quand l'animal veut se déplacer, il dévagine la partie antérieure, la trompe et l'anneau musculaire sortant entièrement, et, en même temps, il s'allonge; presque aussitôt l'anneau musculaire, puis la trompe se réinvaginent.

Ce scolex est entouré d'une enveloppe anhyste assez épaisse; l'intérieur du corps est rempli de cellules arrondies, toutes semblables; il n'y a pas trace de différenciation interne, pas de tube digestif ni d'organes génitaux.

Les kystes peuvent renfermer une larve et alors ils sont de forme arrondie, ou en renfermer plusieurs, logées chacune dans une chambre distincte, et alors ils affectent les formes les plus variées; ils sont sécrétés par l'Huître perlière, qui réagit contre le parasite et l'enveloppe d'une série de lamelles concentriques, de nature conjonctive; à quelque distance du centre, le kyste est formé par un tissu œdémateux, présentant de nombreux espaces lacunaires; toute la région atteinte est riche en leucocytes.

Les scolex restent en cet état, dans les tissus de l'Huître perlière, sans que leur organisation interne se modifie, *quelle que soit l'époque de l'année* à laquelle on les examine; ils ne peuvent continuer leur évolution qu'à l'intérieur d'un second hôte qui d'après nos observations, est la raie-aigle (*Aëtobatis narinari* Euphr.).

Dans l'intestin spiral de cette raie, qui s'attaque aux Huîtres perlières, on trouve un certain nombre de Cestodes de petite taille, parmi lesquels une forme que nous considérons comme l'adulte de ces larves, et que nous décrirons sous le nom de *Tylocephalum margaritiferæ*.

Ce Cestode, dont nous possédons plusieurs spécimens, ne dépasse pas une longueur de 4^{mm}; le scolex, globuleux, mesure 190^{μ} de longueur, 200^{μ} de largeur.

Ce scolex est remarquable par la présence, à son extrémité antérieure, d'une cavité assez profonde au fond de laquelle se trouve une trompe qui fait saillie au dehors et peut se dévaginer.

L'orifice qui mène dans cette cavité est bordé par un anneau musculaire, immédiatement en arrière duquel se trouvent quatre ventouses accessoires, de 26^{μ} de diamètre et 5^{μ} d'orifice, difficilement visibles, et qui ne peuvent être observées que dans les spécimens éclaircis dans l'huile de girofle ou le carboxylol.

Le cou est bien séparé de la tête; les anneaux, au nombre d'une cinquantaine, sont arrondis, beaucoup plus larges que longs, surtout les anneaux antérieurs, et fortement engainants. Les scolex du *Tylocephalum margaritiferæ* paraissent attaquer uniquement l'Huître perlière; nous ne les avons trouvés ni dans les Méléagrines à nacre jaune (*Margaritifera panasesæ* Jameson) des lagons des Gambier et des Tuamotu, ni dans les autres Lamellibranches des lagons des Gambier.

Les raies-aigles s'attaquent de préférence aux Huîtres perlières dont la coquille est minée par les Cliones; elles brisent plus facilement ces coquilles devenues fragiles, en sorte que ces Éponges perforantes jouent un rôle important dans la transmission du parasite.

Ce Cestode a une importance économique considérable; les kystes de la région latéro-dorsale du corps et ceux du manteau constituent des noyaux autour desquels se forment les perles fines.

En décalcifiant des perles provenant des Gambier, nous avons trouvé, au centre, un noyau organique entouré d'assises concentriques de conchyoline, l'ensemble ayant près de 1^{mm} de diamètre; le noyau lui-même est constitué par un organisme de 225^{μ} de longueur, en lequel il est facile de reconnaître le scolex du *Tylocephalum*.

Les kystes déterminés dans les tissus de l'Huître perlière par la présence de ce parasite ont d'ailleurs toutes les formes réalisées par les perles. Il est à remarquer, en outre, que les Méléagrines les plus perlifères se rencontrent dans les lagons ou bancs nacriers où les raies-aigles sont les plus communes.

Le genre *Tylocephalum* n'était connu jusqu'à présent que par une espèce, trouvée par Linton (1) dans la valvule spirale du *Rhinoptera quadriloba* Cuv. et qui diffère de l'espèce que nous avons trouvée par des dimensions beaucoup plus considérables.

Les observations que nous avons pu faire aux îles Gambier dès 1902 (2), et celles d'Herdman et Hornell relatives à la Méléagrine de Ceylan (*Margaritifera vulgaris* Schum.), montrent quel rôle important les larves de Cestodes jouent dans la formation des perles fines chez les Huîtres perlières.

HISTOLOGIE. — *Origine concrète et très précise des nerfs.* Note de M. **N.-A. Barbieri**, présentée par M. Edmond Perrier.

Une étude préalable de la composition chimique du tissu nerveux chez les Mammifères m'a permis d'en séparer les principes les plus importants (3).

---

(1) Linton, *Notes on Entozoa of marine Fishes of New England* (*Report Comm. Fish and Fisheries for* 1887, Washington, 1890).

(2) A. Giard, *L'origine parasitaire des perles d'après les recherches de M. G. Seurat* (*C. R. Soc. de Biologie de Paris,* t. LV, 1903, p. 1222-1225, *fig.* 1-3).

(3) *Comptes rendus,* 5 juin 1905.

Pour préciser la proportion de ces principes et leur localisation, il m'a semblé utile de rechercher à l'aide de méthodes simples la structure intime du tissu nerveux. Ce tissu se divise en deux grandes parties : une partie blanche ou tubulaire et une partie grise ou cellulaire. Un point m'a semblé tout particulièrement nécessaire à éclairer : savoir l'origine des nerfs médullaires. A cet effet, après avoir fixé la moelle épinière de l'homme ou du chien dans le bichromate de potassium, j'ai arraché séparément les racines antérieures et postérieures et je les ai soumises séparément à l'action prolongée des matières colorantes. J'ai alors constaté qu'il y a des parties d'une coloration differente, une partie extramédullaire d'une coloration intense et une partie intramédullaire d'une coloration faible. La ligne de démarcation précise entre ces deux parties est donnée par la limite extrême de la gaine de Schwann. Cette gaine s'arrête exactement aux bords des sillons médullaires latéraux, où elle se confond et se joint avec le conjonctif de la pie-mère. Lorsque l'arrachement a été complet, on voit les racines médullaires se terminer par un faible panache. Si l'arrachement a été incomplet, on voit alors le cône radiculaire dépourvu des panaches.

Le cône radiculaire de chaque paire de racines antérieures et postérieures est formé de très nombreux tubes nerveux qui ne sont pas accolés les uns les autres, mais intimement enchevêtrés et réunis par de fines fibrilles du conjonctif intertubulaire.

On parvient à l'aide d'une patiente dissociation à isoler parfaitement plusieurs tubes nerveux. On constate alors que chaque tube nerveux se compose de deux cylindres emboîtés l'un dans l'autre. Le cylindre extérieur, formé par la gaine de Schwann, s'arrête exactement aux sillons médullaires latéraux, où il reçoit le cylindre antérieur dit *prolongement neural*. Le cylindre extérieur est accolé à la membrane du prolongement neural, il peut perdre son aspect nacré par simple élongation du nerf. Le prolongement neural naît directement de la cellule nerveuse comme on peut le concevoir par la longueur qu'il présente mise en rapport avec la cellule d'origine. Le prolongement neural est formé d'un crochet, d'une mince membrane et d'un contenu. Le crochet indique le point d'origine cellulaire, la membrane est la continuation de la mince membrane neurale qui forme la limite des cellules nerveuses et le contenu, dit *neuroplasma,* est hyalin, légèrement granuleux et l'on peut le considérer comme un produit d'élaboration de la cellule nerveuse.

Dans son parcours intramédullaire le prolongement neural n'a pas le même calibre, il sort très fin de la cellule et il grandit au fur et à mesure qu'il s'approche du cylindre extérieur, où, tout en gardant sa membrane, il prend sa forme définitive déterminée par le calibre uniforme de la gaine de Schwann.

Le prolongement neural observé dans une section transversale présente la même uniformité de son neuroplasma. A chaque tube nerveux des racines antérieures et postérieures correspond un prolongement neural, à chaque prolongement neural correspond une cellule médullaire.

Toutes les substances colorantes connues appliquées à l'étude du prolongement neural m'ont donné les mêmes résultats. Le neuroplasma des cordons médullaires et de la substance blanche encéphalique exprimé à travers une toile très fine m'a donné les mêmes réactions microchimiques du prolongement neural. Enfin, si après avoir arraché les racines médullaires fixées dans le bichromate de potassium, on les soumet à une faible solution de nitrate d'argent, on trouve que le chromate d'argent met en relief, par une différence de coloration, l'aspect de deux cylindres, aspect qu'on peut même rendre plus évident par l'emploi successif des matières colorantes. Ces méthodes appliquées à l'étude des cordons médullaires m'ont montré que chaque cordon médullaire se compose d'un ensemble de tubes nerveux. Chaque tube nerveux des cordons médullaires est formé d'une gaine conjonctive qui est plus épaisse que la mince membrane neurale, mais moins épaisse que la gaine de Schwann, et d'un contenu en apparence homogène au neuroplasma.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'hématogène et sur la formation de l'hémoglobine*. Note de MM. **L. Hugounenq** et **Albert Morel**, présentée par M. Armand Gautier.

La substance mère de l'hémoglobine dans l'œuf de poule, l'hématogène, présente avec l'hémoglobine des analogies et aussi des différences que nos recherches nous ont permis de mettre en évidence. Dans des Communications antérieures ([1]), nous avons donné, à la suite d'une analyse complète de l'hématogène purifié, les résultats des tentatives que nous avons faites pour hydrolyser cette matière.

Nous avons montré que, sous l'influence des acides dilués et bouillants, l'hématogène se dédouble en acides amidés en donnant 11 pour 100 d'azote des diamides, contre 18 pour 100 d'azote monoamidé. Ces acides proviennent de la décomposition d'une matière protéique comparable à la globine de l'hémoglobine, comme elle riche en diamides et, comme elle aussi, susceptible d'être rattachée au groupe des histones.

D'autre part, l'hématogène donne, par hydrolyse, un pigment noir (7 pour 100), qui, recueilli et analysé, a présenté la composition suivante :

C	65,90 pour 100	Az	6,67 pour 100
H	4,37 »	Fe	2,60 »

([1]) *Comptes rendus,* séances des 10 avril et 20 novembre 1905.

Ce composé entraîne une petite quantité de matière minérale où nous avons reconnu la présence du soufre et du phosphore.

En raison de ses analogies avec l'hématine, nous proposons de donner à ce pigment le nom d'*hématovine;* car il représente dans l'œuf de poule un état embryonnaire et incomplètement différencié de l'hématine.

Il est possible, du reste, que l'hématogène et l'hématovine ne se rencontrent pas seulement dans l'œuf plus ou moins développé, mais représentent aussi chez l'adulte un stade d'élaboration de l'hémoglobine au cours du métabolisme incessant de cette matière colorante. Von Seiller, en effet, a signalé dans le sang des chlorotiques la présence d'une nucléo-protéide ferrugineuse autre que l'hémoglobine, et Freund (1), qui a retrouvé ce pigment, l'a vu se dédoubler en une protéide et en un produit brun foncé, analogue à l'hématine.

La présence dans le sang de ce chromogène incolore, mais riche en fer, permettrait d'expliquer les différences constatées bien des fois dans les dosages comparatifs de l'hémoglobine par les méthodes colorimétriques et par la détermination du fer.

On sait que ces écarts sont plus marqués chez les malades qui présentent des troubles de la composition chimique du sang.

MÉDECINE. — *Hyperthermies opératoires aseptiques.* Note de MM. **Charrin** et **Jardry**, présentée par M. d'Arsonval.

A la suite des opérations, plus rarement des accouchements, on observe des poussées thermiques parfois élevées mais de courte durée. Après l'intervention, dans plus d'un cas dès la quatrième ou la huitième heure, la température s'élève; rapidement elle atteint son maximum, s'y maintient un jour ou deux, même moins et, promptement, avec ou sans oscillations, revient à la normale. Or, chez l'animal, il est possible de produire des accidents analogues et, grâce à l'analyse des faits, on parvient à saisir le mécanisme des phénomènes et à préciser leur valeur.

Expérience I. — Le 9 février 1906, chez un chien pesant 5^{kg}, à l'aide d'un tube en caoutchouc pourvu à chaque extrémité d'une canule en verre, on établit une communication entre la cavité péritonéale et l'une des artères fémorales. L'appareil, d'ailleurs parfaitement stérilisé, une fois en place, on enlève une pince à forcipressure, qui jusque-là, en écrasant ce tube en caoutchouc, s'opposait au passage du sang, dont on

(1) *Wiener Klin. Wochensch.*, 1903, n° 27.

laisse alors 18g pénétrer dans la séreuse. Puis, cet épanchement réalisé, on retire l'instrument et, en continuant à s'entourer des plus minutieuses précautions aseptiques, on suture les plaies.

Tout d'abord, on note un abaissement thermique immédiat de 0°,3, probablement dû à l'immobilisation de l'animal. Mais, dès la troisième heure qui suit cette intervention, l'ascension commence et en moins d'une demi-journée la température rectale s'élève de 38 à 39,5. A partir de ce maximum elle décroît, offre le lendemain et le surlendemain quelques oscillations et revient à la normale.

Expérience II. — Quelques jours après cette première expérience, chez le même chien complètement rétabli et en observant une technique identique, on fait pénétrer dans le péritoine 90g de sang puisé dans la fémorale demeurée intacte.

On note également un très léger abaissement immédiat; puis, en 6 heures, la température de l'animal passe de 38,1 à 39,9. Ce fastigium atteint, cette température tend à fléchir; toutefois, durant quelques jours, sans doute en raison d'une contamination accidentelle de la plaie abdominale ouverte deux fois, elle se maintient relativement élevée et tarde à revenir au chiffre physiologique.

Expérience III. — Utilisant toujours les mêmes procédés, chez un nouveau chien pesant 12kg, le 7 mars 1906 on introduit dans la cavité péritonéale 65g de son propre sang. — 5 heures après la température rectale s'est élevée de 0,6 et, le 8, elle passe de 38,4 à 38,7; mais, dès le 9, une soudaine diminution ramène cette température au point de départ.

Assurément, d'autres faits (¹) démontrent la réalité de ces hyperthermies consécutives à des interventions sanglantes; néanmoins, peut-être plus exactement que la plupart d'entre eux, nos expériences (sang de l'animal en cause, etc.) reproduisent les conditions de la clinique. Or si, par l'examen histologique comme par les cultures, on analyse les résultats obtenus, on reconnaît que ces phénomènes sont indépendants de toute infection, indépendance que l'absence d'incubation suffit à mettre en évidence.

D'ailleurs, à la suite de la résorption de certains liquides d'œdèmes ou d'épanchements séreux, il est possible d'enregistrer des accidents analogues. Parfois même (bien qu'à cet égard les effets obtenus soient inconstants et plus rarement positifs), en injectant ces liquides on parvient à provoquer des élévations thermiques. En dehors des aptitudes à réagir, aptitudes mobiles suivant les animaux utilisés, ces variations dépendent des quantités employées, de la nature, de la composition de ces produits, de leurs caractères d'exsudats ou de transsudats, de leur ancienneté, des conditions de l'absorption, etc.

(¹) Voir, en particulier, PILLON, *Soc. Biol.,* 9 mars 1896, et Thèse inaug.

Comment expliquer ces hyperthermies ? D'un côté, il faut se souvenir qu'en introduisant, sous la peau ou dans la circulation, du sérum artificiel, des matières minérales, des principes extraits d'une série d'organes, diverses substances protéiques, des corps issus des leucocytes par sécrétion, exosmose ou dislocation de ces leucocytes, en particulier des diastases, au premier rang le fibrin-ferment, etc., à des degrés variables on réussit à déterminer des ascensions du thermomètre. D'autre part, il importe de remarquer que des sérosités, plus encore le sang, sont susceptibles de renfermer de tels éléments.

Ainsi, chez des opérés ou des accouchées, l'infection n'est pas seule capable d'engendrer des poussées pyrétiques ([1]). Comme nul ne l'ignore, ces poussées peuvent être l'œuvre soit d'une exagération du travail glandulaire (hyperfonctionnement hépatique ou thyroïdien; montée laiteuse, fièvre mammaire, etc.), soit des réactions nerveuses (fréquence des émotions au moment des opérations ou des accouchements) propres à mettre en jeu des centres thermogènes on trophiques ([2]), etc. Toutefois, ces influences sont habituellement de peu d'importance; les vrais accès hyperthermiques aseptiques sont plutôt d'origine toxique et, en général, à une intensité assez considérable ils joignent une durée relativement courte.

En dépit de la fréquence des processus infectieux, dans certaines circonstances il est bon de songer à de tels accidents et, grâce à quelques symptômes (persistance relative de la diurèse, de l'humidité de la langue, de l'expression naturelle du facies, incubation nulle on très minime, etc.), il faut s'efforcer de dépister leur nature. Au point de vue du pronostic, qui ne conçoit la portée d'un semblable diagnostic, d'une pareille distinction? D'un côté (origine toxique ou chimique), le trouble est passager, la guérison assurée; de l'autre (origine microbienne), le phénomène comporte toute la gravité d'une infection, dans l'espèce souvent très sévère.

([1]) Il n'y a pas lieu de discuter ici la place que tient dans la fièvre l'élément hyperthermique.

([2]) On sait qu'à la suite des émotions l'urée varie; en général, les sensations gaies provoquent une augmentation, une accélération des échanges capable d'entraîner un accroissement de chaleur.

GÉOLOGIE. — *Contribution à l'histoire du géosynclinal piémontais.* Note de M. **Émile Argand**, présentée par M. de Lapparent.

Si nous déroulons par la pensée les boucles grandioses des nappes piémontaises, de façon à reconstituer, autant que faire se peut, l'ancien géosynclinal des schistes lustrés, nous pouvons discerner, à travers l'infinie complexité des détails, l'influence de facteurs très généraux. Les deux formules que nous allons en donner, sans prétendre à une absolue rigueur, peuvent suffire pour une première approximation. Elles s'appliquent essentiellement au vaste territoire que limitent au Nord le Rhône valaisan, à l'Est la vallée de Saas, au Sud la vallée de l'Orco, à l'Ouest les deux vals Ferret.

I. *Le métamorphisme caractérise par les roches vertes va en croissant du bord externe au bord interne du géosynclinal.* — Le principe de l'aggravation du métamorphisme régional vers l'intérieur des Alpes, entrevu ou énoncé par nombre d'auteurs, n'a jamais été étendu à toute la largeur du géosynclinal. Il ne se vérifie que pour la série mésozoïque. Du reste, la démonstration péremptoire n'en peut être fournie qu'aujourd'hui. Une telle démonstration exige, en effet, l'élucidation préalable de la tectonique générale, à la lumière de laquelle nous pouvons enfin apprécier les rapports primitifs des diverses bandes mésozoïques, presque toutes transposées aujourd'hui.

Dans les schistes lustrés du val Ferret, c'est-à-dire sous la nappe IV, les roches vertes sont fort rares. Dans la moitié externe de la bande d'Evolène (synclinal IV-V), elles deviennent assez fréquentes; sur la nappe V, elle commencent à prédominer; dans le synclinal V-VI (val Tournanche, moitié interne de la bande d'Evolène), les *pietre verdi* l'emportent décidément en étendue sur les schistes lustrés, et en même temps apparaissent les premiers types massifs. Enfin, sur la nappe VI et jusque dans la zone d'Ivrée, la prépondérance des types massifs est incontestable.

Ainsi on peut suivre pas à pas l'envahissement progressif des schistes lustrés par les roches vertes, à partir de la bande de Sion jusqu'à la zone d'Ivrée. La persistance, à la base de tous ces complexes, d'un horizon à lentilles calcaires, constitue un repère précieux. Dans la partie nord de la région, où le facies calcaire atteint un grand développement, l'âge triasique de cet horizon a été établi depuis longtemps par Gerlach. Ce facies perd beaucoup de son importance vers le Sud, mais il n'en persiste pas moins

sous forme de lentilles intercalées dans les schistes lustrés ou leurs équivalents. Bien que les phénomènes tectoniques aient certainement accentué cette allure lenticulaire, nous sommes en mesure d'attribuer l'essentiel du phénomène aux conditions originelles de la sédimentation.

La base des schistes lustrés valaisans, où vient s'émietter le facies calcaire du Nord et dans laquelle fondent littéralement les quarzites du Trias inférieur, est certainement triasique.

Et maintenant, grâce à la continuité structurale, désormais établie, qui règne entre toutes les nappes à facies piémontais, il nous paraît absolument légitime d'étendre cette conclusion aux régions qui furent autrefois la zone interne du géosynclinal, pour autant qu'elles présentent le même régime stratigraphique. L'horizon à lentilles calcaires du Collon, de la Valpelline et de la zone d'Ivrée est triasique.

II. *Le métamorphisme du Permo-Carbonifére va en croissant des deux bords du géosynclinal vers le centre.* — La bande houillère dite *axiale*, c'est-à-dire le faisceau des digitations externes de la nappe IV, montre déjà quelques avant-coureurs du facies micaschisteux qui prédomine dans la nappe du Grand Saint-Bernard; dans sa région interne, celle-ci présente déjà quelques concentrations gneissiques. Dans cette portion encore plus interne de la nappe IV qui a été *encapuchonnée* (¹) par la nappe V et qui forme aujourd'hui les massifs du Mischabel et de Valsavaranche, les gneiss atteignent un développement considérable. Le maximum de cristallinité est atteint dans la nappe V (Grand Paradis-mont Rose), issue du centre du géosynclinal. C'est avec cette acception entièrement nouvelle que ce gneiss mériterait peut-être de conserver le nom de *gneiss central,* mais certainement pas dans le sens attaché à ce terme depuis Gastaldi.

Le gneiss de la nappe VI, dit d'Arolla, est en général moins largement développé, et la réduction du type s'observe déjà dans les replis méridionaux du massif de la Dent-Blanche; il passe vers le Sud, par le mont Mary et le mont Emilius, à un facies micaschisteux, répétant ainsi en sens inverse la série des phénomènes présentés par la nappe IV. Enfin, dans les régions tout à fait internes, le Carbonifère faiblement métamorphique est connu en divers points du Canavese, au bord même de la plaine piémontaise.

(¹) Nous proposons le terme d'*encapuchonnement* pour désigner les déformations qui résultent de la résistance d'une nappe déjà formée à la propagation d'une nappe plus jeune. La première se déforme de façon à envelopper à distance la charnière frontale de la seconde. Dans le cas particulier, on peut démontrer que la mise en place de la nappe V est postérieure à celle de la nappe IV.

C'est en s'appuyant sur des phénomènes analogues que M. Lugeon a pu établir que les nappes des hautes Alpes calcaires sont plus jeunes que les nappes préalpines.

Ainsi la répartition du métamorphisme dans le grand géosynclinal, encore que sujette à d'innombrables variations locales, obéit à des lois générales très simples, mais différentes pour la série paléozoïque et pour la série mésozoïque.

Nous ne disposons pas d'éléments d'appréciation suffisants pour aborder la question de savoir s'il y a eu réellement superposition de deux métamorphismes, ou bien si les deux lois précitées ne dépendent pas d'un même ensemble de facteurs, d'ordre encore plus général. La question méritait en tout cas d'être posée.

A peu de distance en dedans du bord interne de la zone d'Ivrée, on ne rencontre plus d'éléments ayant appartenu au géosynclinal des schistes lustrés. Quant à la zone Strona-Valteline et aux nappes qui en sont issues (¹), il y a de très fortes raisons pour y voir le résultat de la déformation extrême d'un môle très ancien. Ce môle a constitué, pendant de longues périodes géologiques, la limite méridionale du géosynclinal des schistes lustrés.

Dans la région où ce horst méridional s'approche le plus de ceux de la première zone alpine (Aar-Gothard), l'effort orogénique, s'exerçant sur un géosynclinal plus étroit, a produit des effets plus intenses que dans les territoires situés à l'Est ou à l'Ouest. C'est la raison pour laquelle les plans axiaux de toutes les nappes piémontaises sont affectés d'un bombement maximal dans leur passage à travers le Tessin.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Contribution à la géographie physique de l'Atlas marocain.* Note de M. **Louis Gentil**, présentée par M. de Lapparent.

Les géographes s'accordent à diviser l'Atlas marocain en trois chaînes principales, généralement désignées sous les noms de *Haut-Atlas*, *Moyen-Atlas* et *Anti-Atlas* (²).

J'ai rapporté de mes explorations de nombreuses données sur le Haut-Atlas et je me propose, par cette Note, de discuter la subdivision orographique qui en a été donnée.

(¹) C'est-à-dire la majeure partie des noyaux cristallins des nappes orientales.

(²) Paul Schnell, *L'Atlas marocain, d'après les documents originaux* (*Petermanns Mitteilungen*, 1892). Traduction française par Augustin Bernard. Paris, 1898.

La partie de la haute chaîne située au sud de Marrakech a été le principal objectif de la plupart des voyageurs marocains : Balansa, Rohlfs, Lenz, von Fritsch, Hooker et Ball, de Foucauld, Thomson, etc., ont publié d'importants travaux qui ont été le point de départ d'une remarquable synthèse sur l'Atlas marocain, de la part du géographe Paul Schnell.

Depuis, les brillantes explorations de M. de Segonzac à travers le Moyen et le Haut-Atlas, les recherches géologiques de M. Brives et de M. Paul Lemoine, dans l'Atlas occidental, ont apporté des documents nouveaux sur ce massif. Mais, tandis que le flanc septentrional de la chaîne qui regarde la capitale du Sud marocain a été très visité, ses extrémités l'ont été fort peu et l'on peut dire que le flanc méridional de la haute chaîne est demeuré presque inexploré avant nos voyages.

J'ai eu la bonne fortune de pouvoir circuler en tous sens dans le Haut-Atlas, depuis la côte atlantique jusqu'au méridien de Demnat, notamment sur son revers sud, et mes observations m'engagent à modifier sensiblement la conception orographique actuellement admise.

Je rappellerai à ce sujet que M. Paul Schnell fait commencer la chaîne à environ 60^{km} du littoral et il la limite, à l'Est, au col de Tizi n Telremt; enfin il la divise en deux parties : l'*aile occidentale ancienne* et l'*aile orientale récente*.

Cette subdivision paraît avoir été adoptée sans réserve depuis [1].

I. *Extrémité occidentale du Haut-Atlas.* — M. Paul Schnell a été amené à distraire de la haute chaîne, à la suite des observations de l'explorateur Thomson, la partie littorale située à l'ouest du col des Bibaoun, à cause de l'âge récent (crétacé) des terrains qui s'y trouvent et aussi de l'allure régulière qui a fait distinguer par M. Brives toute cette zone atlantique sous la dénomination de *plateaux occidentaux*.

J'ai observé en bien des points, comme mon collègue d'Alger, une série de plateaux réguliers formés par une succession imposante de couches argilo-gréseuses ou marno-calcaires, dans lesquelles j'ai reconnu une série presque complète des terrains crétacés, depuis le Berriasien jusqu'au Sénonien à *Ostrea vesicularis;* mais ces plateaux et, par suite, les couches crétacées qui les constituent, sont régulièrement inclinés vers le bord de la mer, et si les plus élevés d'entre eux sont portés à plus de 1500^{m} d'altitude, ce n'est pas par suite de la situation stratigraphique de ces couches supérieures, mais en raison de leur allure.

---

(1) Voir à ce sujet : Brives, *Bul. Soc. de géographie d'Alger*, 1901 à 1905; et *Bul. Soc. géolog. de France*, 4e série, t. V, 1905.

De plus, cette zone littorale est traversée par des plis parfois très accentués, qui mettent au jour des calcaires jurassiques (¹), et sont remarquables par l'inclinaison de leur axe. Le pli du cap Tafetneh est peu incliné, tandis que ceux du cap R'ir (Ghir) et d'Agadir n Ir'ir, disparaissent dans une aire d'ennoyage occupée par l'emplacement actuel de l'Océan et par les terrains crétacés des environs d'Agadir.

L'ossature de ces plis est constituée soit par le Trias soit par des terrains primaires (Permien) qui affleurent, notamment, dans la région des Ida ou Tanan.

Enfin les plateaux crétacés disparaissent totalement en approchant de l'Asif Tamerakht, et jusqu'à la vallée du Sous on se trouve dans une région plissée (²).

Pour ces raisons il est impossible de distraire la zone littorale des Haha et des Ida ou Tanan du Haut-Atlas, car elle partage à la fois la composition statigraphique et la structure de ses deux versants plus à l'Est et je pense que la haute chaîne doit commencer au cap R'ir ainsi qu'il était admis autrefois (³).

II. *Ailes occidentale et orientale du Haut-Atlas.* — Cette division de la chaîne me paraît tout à fait légitime au point de vue *orographique :* il est indiscutable, en effet, que le col de Telouet correspond à un abaissement considérable de la chaîne. Mais M. Paul Schnell, à la suite de l'explorateur Thomson, a en outre attribué à ce col une grande importance *géognostique,* et distingué l'aile occidentale *ancienne* de l'aile orientale *récente.*

La partie de la chaîne comprise entre les cols des Bibaoun et du Telouet est formée d'un massif ancien, archéen et primaire, dans lequel M. Brives a signalé avec raison des plis hercyniens parfois orientés N20°E (⁴). Ce massif, qui forme les crêtes et les sommets les plus élevés, est entouré de tous côtés par les terrains crétacés, dont les affleurements ne semblent pas dépasser les altitudes de 1500^{m} à 1600^{m}.

A l'est du col de Telouet l'*aile orientale* est caractérisée par des crêtes de calcaires que je place dans la série jurassique. Ces calcaires sont, de même que les terrains crétacés des flancs de l'*aile occidentale,* affectés par des plissements, grossièrement parallèles à la direction de la chaîne et croisant les plis primaires sous un angle de plus de 45°; ils sont portés à des altitudes atteignant ou dépassant 2500^{m}, mais les profondes vallées qui séparent les arêtes aiguës qu'ils forment sont entaillées dans des terrains primaires comprenant des schistes à Graptolithes (⁵). Les arêtes jurassiques sont d'ail-

(¹) L. Gentil et P. Lemoine, *Le Jurassique dans le Maroc occidental* (*A. F. A. S.*, Congrès de Cherbourg, 1905).

(²) Les plis jurassiques des Haha et des Ida ou Tanan impriment aux cours d'eaux de ces régions une direction à peu près normale à la côte.

(³) Arlett (1835), *voir* Paul Schnell, *ouv. cit.*, p. 33.

(⁴) Il est à remarquer la liaison qui existe entre la direction de ces plis primaires et celle des cours d'eau, déjà signalée sur le flanc septentrional de la chaîne (Thomson-Brives), et que j'ai également constatée sur le flanc sud.

(⁵) Louis Gentil, *Comptes rendus,* t. CXL, 1905, p. 1659-1660.

leurs dominées par des crêtes anciennes et le Dj. Anr'mer constitue un pic imposant formé de grès rouges permiens, surmontés d'une épaisseur formidable de roches volcaniques. Enfin le flanc méridional de la chaîne, au sud de Demnat, offre un affleurement important de grès, d'argiles schisteuses et de calcaires à Crinoïdes dans lesquels j'ai découvert une remarquable faune dinantienne; et je ne serais pas surpris que cette zone carboniférienne aille rejoindre les niveaux bien connus, très fossilifères, de la zone d'occupation française, à l'est du Tafilelt.

Dans ces conditions il me paraît bien difficile d'attribuer à l'*aile orientale* du Haut-Atlas un âge récent et à l'*aile occidentale* un âge ancien. Les deux parties de la haute chaîne sont composées des mêmes terrains affectés des mêmes plissements.

M. **A. Graby** annonce à l'Académie qu'il est arrivé à une solution très simple du problème de la Photographie des couleurs.

M. **G. van der Mensbrugghe** adresse une Note *Sur le danger des poussières dans les galeries de mines*.

(Renvoi à une Commission composée de MM. Haton de la Goupillière, Michel Lévy et Zeiller.)

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 mars 1906.

La Vie des Animaux illustrée, publiée sous la direction de M. E. Perrier, Membre de l'Institut. *Les Mammifères,* par A. Menegaux; 80 planches en couleurs et nombreuses photogravures, d'après les aquarelles et les dessins originaux de W. Kuhnert. Paris, J.-B. Baillière et fils, s. d.; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. Yves Delage. Hommage de l'auteur.)

Précis de Médecine légale, par A. Lacassagne. Paris, Masson et Cie, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard. Hommage de l'auteur.)

Notes préliminaires sur les gisements de Mollusques comestibles des côtes de France. Les côtes de la Loire à la Vilaine, avec 1 carte et 2 planches, par L. Joubin. (Fascicule 59 du *Bulletin du Musée océanographique de Monaco*, 20 janvier 1906.) 1 fasc. in-8°. (Présenté par S. A. S. le Prince de Monaco.)

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. G. Darboux, E. Picard, J. Tannery; 2e série, t. XXX, janvier 1906. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Annuaire de la Société météorologique de France, Revue mensuelle; 54e année, janvier 1906. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde, de juin 1904 *à mai* 1905; Note de M. G. Rayet. Bordeaux, G. Gounouilhou, 1905; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; 5e série, t. VIII, année 1905. Angers, Germain et G. Grassin; 1 vol. in-8°.

Notes on the life history of british flowering plants, by the right hon. Lord Avebury. Londres, Macmillan et Cie, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'éclipse totale de Soleil du 30 *août* 1905. *Observations de la Mission astronomique suisse à Santa Ponza (île de Majorque)*, par M. Raoul Gautier, avec la collaboration de MM. J. Pidoux, F.-A. Forel et J. Anckermann. Genève, 1905; 1 fasc. in-8°.

Les ombres volantes, observations de MM. Henri Dufour et Raoul Gautier. Genève, 1906; 1 fasc. in-8°.

Détermination de la latitude et d'un azimut aux stations Oirschot, Utrecht, Sambeek, Wolberg, Harikerberg, Sleen, Schoorl, Zierikzée, Terschelling (phare Brandaris), Ameland, Leeuwarden, Urk et Groningue; publication de la Commission géodésique néerlandaise. Delft, J. Waltman, 1904; 1 vol. in-4°.

Déterminations de la différence de longitude Leyde-Ubagsberg, de l'azimut de la direction Ubagsberg-Sittard et de la latitude d'Ubagsberg par la mesure des distances zénithales et d'après la méthode Horrebow-Talcott en 1893; publication de la Commission géodésique néerlandaise. Delft, J. Waltman, 1905; 1 vol. in-4°.

Observations météorologiques suédoises, publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède, exécutées et rédigées sous la direction de l'Institut central de Météorologie; vol. XLVI, 1904. Upsala et Stockholm, 1905; 1 vol. in-4°.

Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Seccion 2a: *Observaciones meteorologicas, magneticas y seismicas, año* 1904. San-Fernando, 1905; 1 fasc. in-4°.

Report to the Government of Ceylon on the pearl oyster fisheries of gulf of Manaar, by W.-A. Herdman; with *supplementary reports upon the Marine Biology of Ceylon*, by other naturalists. Parts III and IV; pub. by the Royal Society. Londres, 1905; 2 vol. in-4°.

United States geological Survey, vol. XLVIII: *Statuts of the mesozoic Floras of*

the United States; second paper, by Lester-F. Ward, with collaboration of William-M. Fontaine, Arthur Bibbins and G.-R. Wieland. Part I : Text. Part II : Plates. Washington, Government printing Office, 1905; 2 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 mars 1906.

Observations de nébuleuses et d'amas stellaires, par M. G. Bigourdan, Membre de l'Institut; tome I, 2e partie : *Observations différentielles :* $0^h 0^m — 11^h 0^m$. Paris, Gauthier-Villars, s. d.; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par E. Mascart, Membre de l'Institut : année 1902, II. *Observations;* année 1903, III. *Pluies en France.* Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. et 1 fasc. in-4°. (Hommage de M. Mascart.)

Traité de Chimie minérale, publié sous la direction de M. Henri Moissan, Membre de l'Institut; tome V : *Métaux;* Table alphabétique des cinq Volumes. Paris, Masson et Cie, 1906; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Moissan.)

Leçons de Clinique chirurgicale, par O.-M. Lannelongue, Membre de l'Institut; avec 40 figures dans le texte et 2 planches en couleurs. Paris, Masson et Cie, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Précis de Diagnostic chimique, microscopique et parasitologique, par Jules Guiart et L. Grimbert, à l'usage des médecins, des pharmaciens, des étudiants en médecine préparant le troisième examen (deuxième partie) et des étudiants en pharmacie. Paris, F.-R. Rudeval, 1906; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Guignard. Hommage des auteurs.)

Un dernier mot sur la valeur spécifique du Vicia serratifolia *Jacquin,* par M. D. Clos, Correspondant de l'Institut. (Extr. du *Bulletin de la Société botanique de France;* t. LII, 1905.) 1 fasc. in-8°.

Note sur l'appauvrissement des sources et sur l'influence des pluies d'hiver; Observations concernant le bassin de la Somme, par P. Houllier. Abbeville, 1905; 1 fasc. in-8°.

De l'origine des Pahouins, essai de résolution de ce problème ethnologique, par Louis Franc. Paris, A. Maloine, 1905; 1 fasc. in-8°.

Les peintures et gravures murales des cavernes pyrénéennes Altamira de Santillane et Marsoulas, par E. Cartailhac et l'abbé H. Breuil. Paris, Masson et Cie, 1905; 1 fasc. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées, 2e partie : Lois, décrets, arrêtés et autres actes concernant l'administration et le personnel des Ponts et Chaussées et documents administratifs concernant les pays étrangers; 76e année, 8e série, t. VI, 1er cahier, janvier 1906. Paris, E. Bernard; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; t. XLII, 3e série, année 1905. Troyes, Paul Nouel; 1 vol. in-8°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 AVRIL 1906.

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Photographie des protubérances solaires avec des écrans colorés dans l'éclipse du* 30 *août* 1905. Note de MM. **H. Deslandres** et **G. Blum**.

Nous nous sommes proposé de faire des photographies spéciales des protubérances solaires et de la couronne intérieure, pendant la dernière éclipse totale, en filtrant la lumière solaire avec des écrans colorés qui absorbent toutes les radiations gazeuses permanentes des protubérances, suivant la méthode indiquée par l'un de nous (*Comptes rendus*, même Tome, p. 741). Le but principal de la recherche était de reconnaître si les protubérances contiennent des particules lumineuses mêlées aux gaz et vapeurs.

Les épreuves solaires devaient être à grande échelle de manière à donner avec détails les protubérances et les parties voisines de la couronne et à permettre une comparaison précise de leurs intensités avec ou sans écran.

Au début, nous avons été embarrassés pour réaliser ce programme; car les grands objectifs photographiques de l'Observatoire de Meudon avaient été retenus par la mission que le Directeur, M. Janssen, devait conduire en Espagne. Heureusement, le dépôt de la Guerre, grâce à l'intervention aimable du Commandant Bourgeois, chef du Service géodésique, a pu mettre à notre disposition une lunette photographique, qui avait été organisée, en 1874, pour le passage de Vénus sur le Soleil et qui comprenait un objectif photographique de Prazmowski de $0^m,12$ d'ouverture et $2^m,80$ de distance focale.

L'objectif a été utilisé de la manière suivante : son image directe a été

reprise et agrandie par un autre objectif simple (de $0^m,28$ de distance focale et $0^m,06$ d'ouverture), de manière que l'image finale eût 70^{mm} de diamètre. Un agrandissement plus grand aurait entraîné une augmentation de la pose déjà notable avec les écrans colorés très absorbants. Le second objectif était mobile aisément du dehors dans le sens de l'axe de la lunette, ce qui facilitait les changements de mise au point nécessités par l'emploi de radiations différentes pour les épreuves successives.

La lunette ainsi constituée n'avait pas plus de 4^m de long et était très maniable. Elle aurait pu facilement être fixée à un support d'équatorial; mais on a jugé préférable de la laisser horizontale et de la relier à un cœlostat muni de deux miroirs plans. L'un des miroirs, large de $0^m,50$, fournissait la lumière à un grand appareil placé à l'ouest du méridien et destiné à la mesure du rayonnement calorifique de la couronne. L'autre miroir, de $0^m,30$, envoyait la lumière à la chambre photographique de 4^m située à l'est.

Les écrans colorés étaient de trois sortes :

1° Un écran vert transparent de λ 505 à λ 580;

2° Un écran vert notablement plus clair, transparent, de λ500 à λ580, qui de même que le précédent avait son maximum de transparence pour la radiation λ 530 et absorbait toutes les radiations gazeuses permanentes des protubérances;

3° Un écran jaune, transparent pour le rouge, l'orange et le jaune.

Les deux premiers écrans devaient fournir avec des plaques orthochromatiques les épreuves spéciales nécessaires à la recherche; le troisième donnait les images avec les rayons du spectre de longueur d'onde supérieure à λ500. Enfin, sans aucun écran et avec les plaques ordinaires, on avait les images des rayons de longueur d'onde inférieure à λ500.

Les écrans, qui avaient été fabriqués par M. Monpillard, étaient placés, soit devant la plaque photographique, soit derrière la seconde lentille, dans le plan de l'anneau oculaire. Ils étaient fixés à des cadres mobiles de manière à pouvoir être retirés et mis en place rapidement.

Le Tableau suivant indique les épreuves successives qui étaient projetées avec l'indication des écrans, des plaques et des temps de pose [1].

---

(1) Les plaques étaient placées dans sept châssis différents, à rideau et pour plaques de $24^{cm} \times 24^{cm}$, qui appartiennent à la collection de l'Observatoire.

La manœuvre des châssis et des rideaux faisait perdre un temps notable; mais la dépense d'un appareil à escamotage avait été jugée trop forte.

L'accès de la lumière aux plaques était réglé par un obturateur Guerry dont le volet

Numéro de l'épreuve.	Avec ou sans écran.	Nature de la plaque.	Temps de pose.
N° 1............	sans	Lumière jaune	3s
N° 2............	vert n° 2	Otto Perutz Ortho	10
N° 3............	sans	Lumière jaune	10
N° 4............	vert n° 2	Otto Perutz Ortho	20
N° 5............	Id.	Id.	30
N° 6............	vert n° 1	Id.	30
N° 7............	jaune	Id.	10

Ce programme n'a pu être rempli que partiellement; car les nuages couvraient le ciel au moment de la totalité. Le deuxième et le troisième contact n'ont pas été visibles; heureusement une petite éclaircie d'une minute s'est produite dans l'intervalle et a permis de faire les épreuves nos 4 et 5. Il avait été convenu d'ailleurs que, en cas de mauvais temps, on s'occuperait uniquement des épreuves avec écran vert, en sacrifiant au besoin les épreuves ordinaires, qui sont toujours très nombreuses dans les éclipses et pouvaient être demandées aux autres missions.

L'épreuve n° 4 est belle et riche en détails; elle est plus intense que l'épreuve n° 5 dont la pose a été plus longue; mais déjà, pour cette dernière, les nuages opaques étaient revenus.

Ces épreuves avec écran ont été comparées à de très belles épreuves ordinaires sans écran, obtenues 9 minutes après par M. de La Baume Pluvinel à Alcala de Chisvert, et elles ont donné des résultats fort intéressants. (Voir la Note de M. Deslandres, *Comptes rendus*, même Tome, p. 745.)

Les écrans colorés, qui sont appliqués pour la première fois à l'étude des protubérances solaires et de leurs particules liquides ou solides, sont à recommander dans les éclipses futures, d'autant que leur manœuvre n'entraîne pas de bien grandes complications.

BACTÉRIOLOGIE. — *Action de l'émanation du radium sur les bactéries chromogènes.* Note de MM. **Ch. Bouchard** et **Balthazard**.

Dorn, Baumann et Valentiner ont étudié l'action bactéricide de l'émanation du radium sur les bactéries pathogènes, bacille typhique, vibrion

---

était situé dans le plan focal du grand objectif. L'opérateur, qui tenait à la main la poire en caoutchouc de l'obturateur, ouvrait le volet dès que les vibrations, dues à la manœuvre du châssis, étaient éteintes.

cholérique, bacille diphtérique. Opérant avec des quantités beaucoup plus faibles d'émanation, nous nous sommes proposé de modifier le pouvoir chromogène et la virulence de certains microbes.

Pouvoir chromogène. — Il existe deux groupes de bactéries chromogènes : les unes, comme le *micrococcus prodigiosus*, sécrètent une matière colorante qui reste adhérente à leur propre substance; les autres, comme le *bacillus fluorescens*, donnent naissance à des pigments qui diffusent dans le milieu de culture.

L'émanation du radium n'est pas capable de modifier le pouvoir chromogène des bactéries du premier groupe. Nous l'avons démontré pour le *micrococcus prodigiosus* et le bacille de Kiel. Si l'on ensemence ces microbes sur la gélatine et que l'on introduise dans les tubes des doses croissantes d'émanation, on constate qu'avec des doses suffisantes la culture ne se développe plus. Pour les doses moindres, la culture est d'autant moins abondante qu'on a utilisé une quantité plus grande d'émanation, mais les microbes qui prennent naissance ont la même coloration rosée ou rouge que dans les tubes témoins.

Les résultats obtenus sont tout différents avec les bactéries du second groupe : le pouvoir fluorescent du bacille fluorescent et du bacille pyocyanique est influencé par des doses d'émanation beaucoup plus faibles que celles qui sont nécessaires pour diminuer l'activité de reproduction de ces microbes.

Le bacille fluorescent ne sécrétant son pigment vert qu'à la température ordinaire, nous l'avons ensemencé en surface sur des tubes de gélatine inclinée. Puis nous avons introduit dans ces tubes fermés à l'aide d'un bouchon en caoutchouc des doses variables d'émanation. Au bout de 3 à 4 jours, la gélatine du tube témoin a pris une teinte verte fluorescente très nette; le tube, dans lequel on a introduit l'émanation produite en une heure par une solution aqueuse contenant 6 dix-millièmes de milligramme de bromure de radium, présente une coloration verte très minime et le développement de la culture ne paraît pas avoir été influencé; le tube, dans lequel on a introduit l'émanation émise en une heure par 3 millièmes de milligramme de radium, n'est plus coloré et la culture est un peu moins abondante que dans un tube témoin. Avec des doses croissantes d'émanation, la culture devient de plus en plus maigre; elle cesse complètement quand on fait passer dans le tube l'émanation formée en une heure par 15 centièmes de milligramme de bromure de radium.

Lorsque le bacille fluorescent est ensemencé par piqûre dans la gélatine,

on constate que l'émanation empêche le développement des bacilles en surface, mais ne s'oppose pas à la multiplication des bacilles dans la partie profonde de la piqûre. Ce n'est que sur une longueur de 2^{mm} à 3^{mm}, voisine de la surface et d'autant plus grande qu'il existe dans le tube une quantité plus considérable d'émanation, que cette piqûre reste stérile. C'est dire que l'émanation pénètre difficilement et lentement dans la gélatine.

L'étude de l'action de l'émanation sur le bacille pyocyanique est plus intéressante; ce microbe produit des pigments en plus grande abondance, d'une part, et peut, d'autre part, être cultivé à l'étuve à 37° sur la gélose. En raison de sa plus grande vitalité dans ces conditions, il faut pour empêcher la culture une quantité d'émanation telle qu'en peut émettre en une heure une solution renfermant 5^{mg} de bromure de radium pur.

Alors que, dans le tube témoin, la gélose a pris au bout de 24 heures une coloration vert émeraude, dans le tube qui contient l'émanation émise en une heure par $0^{mg},0006$ de bromure de radium, elle est à peine verdâtre; cette gélose est incolore dans le tube où l'on a introduit l'émanation formée en une heure par $0^{mg},003$ de bromure de radium. Si l'on introduit dans une série de tubes de gélose des quantités croissantes d'émanation, on constate que le développement des cultures du pyocyanique varie en sens inverse de la quantité d'émanation, alors que la longueur du bacille s'accroît progressivement (*fig.* 1, 2, 3, 4, 5, 6); on observe non seulement un accroissement de la longueur des bacilles, mais encore l'incurvation d'un certain nombre d'entre eux.

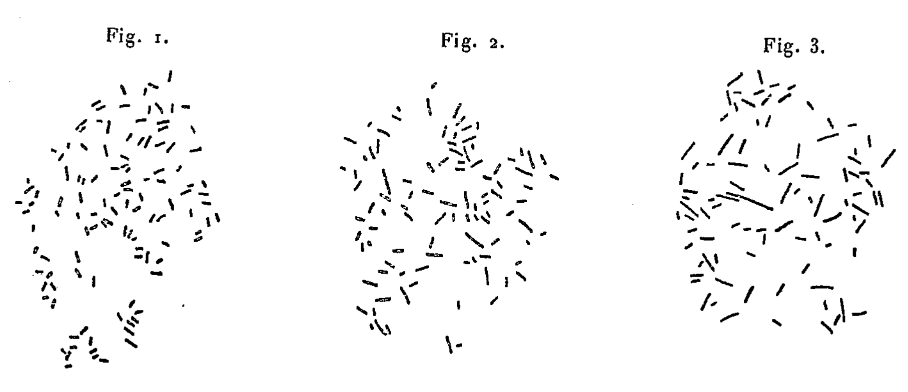


Fig. 1. Bacille pyocanique dans le tube témoin.

Fig. 2. Tube avec émanation produite en une heure par $0^{mg},0006$.

Fig. 3. Tube avec émanation de $0^{mg},003$.

Ces modifications morphologiques du bacille pyocyanique, déjà obtenues par Charrin et Guignard, par l'addition aux milieux de cultures de substances

antiseptiques, telles que l'acide borique, sont en rapport avec la difficulté qu'éprouve le microbe, placé dans des conditions de vie défavorables, à opérer sa segmentation.

Les cultures, dont le développement a été gêné par la présence d'une très petite quantité d'émanation, reprennent rapidement leur exubérance lorsqu'on enlève l'émanation. Si l'on a fait agir sur les microbes l'émanation produite en 1 heure par 5^{mg} de bromure de radium, la culture se développe quand l'émanation a été chassée, mais reste incolore; après deux ou trois réensemencements, le pyocyanique recouvre son pouvoir chromogène initial. Mais, si les microbes ont été au contact pendant quelques heures avec l'émanation produite en 4 jours par 25^{mg} de bromure, ils ne sont plus capables de se mutiplier ultérieurement. En pareil cas l'émanation exerce une véritable action bactéricide et non plus seulement une action inhibitoire sur la vie des microbes.

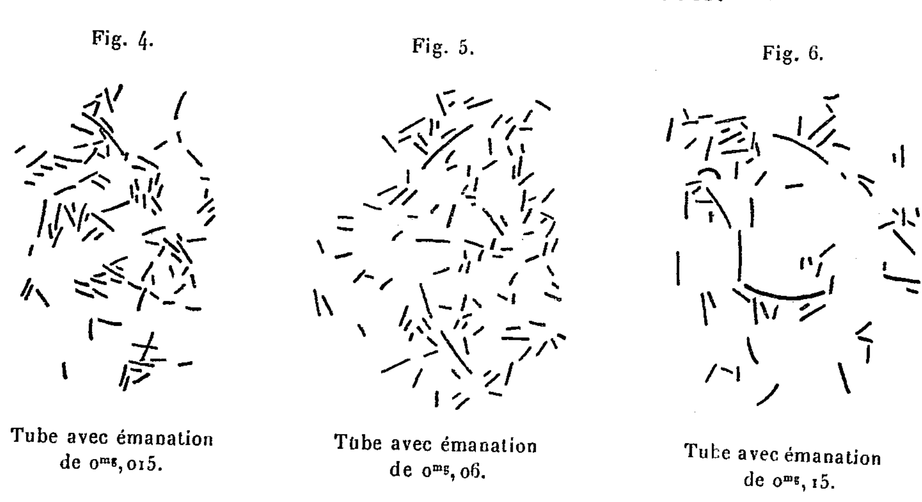


Fig. 4. Tube avec émanation de $0^{mg},015$.

Fig. 5. Tube avec émanation de $0^{mg},06$.

Fig. 6. Tube avec émanation de $0^{mg},15$.

Virulence. — L'émanation diminue la virulence du bacille pyocyanique. Les microbes sur lesquels avaient agi des quantités croissantes d'émanation et qui sont représentés dans les six figures ci-jointes ont été réensemencés dans des tubes de bouillon. Alors que la culture provenant du tube témoin, après 24 heures de séjour de l'étuve, tue à coup sûr le cobaye par inoculation intra-péritonéale à la dose de 1^{cm^3}, l'injection de la même dose des cultures provenant des autres tubes n'amène jamais la mort des cobayes; on peut même inoculer 2^{cm^3} et 3^{cm^3} de la culture en bouillon du microbe représenté dans la figure 6, sans tuer l'animal.

Deux ou trois repiquages successifs sur la gélose font récupérer au bacille

pyocyanique, atténué par l'émanation, toute sa virulence; un seul passage par l'animal conduit au même résultat.

Si, au lieu de cultiver le bacille en présence de l'émanation, on fait agir cette émanation sur la culture adulte, on obtient encore une atténuation de virulence du microbe. Pour réaliser l'expérience il suffit de cultiver un bacille pyocyanique virulent dans deux tubes de bouillon; dans l'un de ces tubes on introduit alors une certaine quantité d'émanation et l'on agite assez fréquemment; au bout de 12 à 24 heures, on constate que la dose de culture nécessaire pour tuer le cobaye est deux ou trois fois supérieure à la dose mortelle de la culture témoin.

Nous avons alors recherché si l'émanation introduite dans l'organisme du cobaye pouvait modifier la marche de la maladie pyocyanique. En introduisant dans la cavité péritonéale du cobaye l'émanation émise en une heure par 1^g de bromure de radium pur, contenue dans 5^{cm^3} d'air, on le préserve contre une dose de culture de bacille pyocyanique double de la dose mortelle, à condition d'inoculer ce bacille dans le péritoine au moment même où l'on y introduit l'émanation. Lorsque l'injection d'émanation est faite une heure ou deux après l'inoculation du microbe, il est encore possible de protéger l'animal contre la dose simplement mortelle, mais les résultats sont inconstants. Si l'on attend plus de 2 heures, l'injection d'émanation ne produit plus aucun effet favorable.

En résumé, parmi les diverses propriétés biologiques du bacille pyocyanique, la plus sensible à l'action de l'émanation du radium est le pouvoir qu'a ce bacille de sécréter des pigments; c'est ensuite la virulence qui se trouve le plus nettement influencée; il faut enfin des doses plus considérables d'émanation pour diminuer notablement et même annihiler le pouvoir de reproduction et de segmentation du microbe.

ANTHROPOLOGIE. — *Le cœur du roi Ramsès II (Sésostris).* Note de M. Lortet.

Il y a quelques mois, l'administration des musées nationaux du Louvre, après mille difficultés, faisait l'acquisition des quatre vases canopes ayant renfermé les viscères du roi Ramsès II, le Sésostris des Grecs.

Ces superbes vases, en émail bleu, ne peuvent laisser aucun doute quant à l'authenticité de leur contenu. Ils portent en effet, sur le flanc, de grands cartouches, admirablement dessinés, représentant les noms et les attributs du roi Ramsés.

M. le Directeur conservateur du Musée égyptien désirait savoir exacte-

ment ce que ces vases canopes pouvaient bien contenir. Il a bien voulu nous en confier l'examen.

Ce travail a été fait avec le plus grand soin dans mon laboratoire, avec l'aide de mes collègues, MM. les professeurs Hugounenq, Renaut et Rigaud. Nous avons pu constater que trois vases, remplis de bandelettes de linge, très serrées et collées par du natron et des substances aromatiques, résineuses, de couleur rougeâtre, avaient dû renfermer très probablement l'estomac, l'intestin et le foie du grand roi. Ces viscères n'étaient plus représentés que par des substances granuleuses indéterminables, mélangées à une grande quantité de natron pulvérulent.

Un des vases canopes, cependant, celui dont le couvercle devait porter une tête de chacal, nous a montré une pièce extrêmement intéressante : le cœur du monarque.

Cet organe est transformé en une plaque ovalaire, longue de 8^{cm} à peu près et large de 4^{cm}. La substance du cœur est devenue très dure, cornée. Il a fallu employer la scie pour en faire des sections. On a pu alors, au moyen du rasoir, obtenir des coupes assez minces pour permettre l'examen microscopique. On a pu constater ainsi que cette substance cornée est bien formée de fibres musculaires parfaitement reconnaissables et entrecroisées en faisceaux comme le sont toujours celles du muscle cardiaque. Cette disposition spéciale ne se rencontrant dans aucun autre muscle de l'économie si ce n'est la langue, et la momie de Ramsès II conservée au Caire laissant voir cet organe, on peut affirmer, sans aucun doute possible, que la pièce trouvée par nous dans le vase canope est bien le cœur aplati et transformé en une substance cornée par un long séjour dans le natron.

Le roi Ramsès II est mort en 1258 avant notre ère; il y a donc aujourd'hui 3164 ans que son cœur a été embaumé dans le natron mélangé à des substances résineuses aromatiques et cependant, malgré tant de siècles écoulés, la texture anatomique de l'organe est encore admirablement conservée.

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le Cahier n° 23 du *Service géographique de l'Armée : Matériaux d'étude topologique pour l'Algérie et la Tunisie*, 6e série. (Offert par le Service géographique de l'Armée.)

ASTRONOMIE. — *Sur un nouveau dispositif de spectrohéliographe.* Note de MM. G. **Millochau** et **M. Štefánik**, présentée par M. J. Janssen.

Les spectrohéliographes actuellement employés ont comme défaut général d'enregistrer, sur les photographies obtenues, toutes les vibrations produites par les diverses pièces roulantes ou frottantes qui entrent dans leur construction. Cet inconvénient est dû au principe même de l'appareil, principe qui est d'obtenir une image solaire par l'intégration d'une ligne.

Aussi, pour obtenir les meilleurs résultats possibles, est-on obligé de construire ces instruments avec un soin particulier, ce qui les rend à la fois très coûteux et d'un maniement difficile.

Dans le dispositif que nous avons l'honneur de proposer, nous pensons avoir réduit au minimum possible les roulements et frottements et par conséquent donné un moyen de diminuer dans de fortes proportions les inconvénients signalés.

Un spectrographe à deux fentes, quelconque, est rendu mobile autour d'un axe horizontal perpendiculaire au plan déterminé par les axes optiques de ce spectrographe. Ce dispositif est réalisé par l'emploi d'un axe tournant entre deux pointes.

Le mouvement est produit par une pompe de Brashear, placée verticalement. Elle est reliée au spectrographe par une tige dont les extrémités sont en forme de pointes et prennent appui dans deux trous coniques percés l'un sur le spectrohéliographe, dans le prolongement de l'axe optique du collimateur, l'autre sur l'extrémité de la tige de la pompe.

L'axe de rotation du spectrohéliographe doit passer par le point de rencontre de l'axe optique du collimateur et de celui de la lunette du spectrographe. La distance entre cet axe et les deux fentes doit être dans le rapport des distances focales des objectifs du collimateur et de la lunette (¹).

Dans le cas où l'on emploie un réseau comme appareil dispersif (²), la seconde fente peut être fixe, placée dans l'axe de la lunette et le réglage en position du spectre peut être obtenu en donnant au réseau de petits mouvements.

Cette fente est élargie sur une petite longueur à chacune de ses deux extrémités, dans le but d'obtenir, avant et après la photographie solaire, une portion du spectre de la lumière diffuse du ciel et de permettre ainsi

(¹) Ces deux principes ont été exposés par Braun en 1872 (*Astr. Nachr.*)

(²) La récente découverte des flocculi sombres de l'hydrogène, par M. G. Hale, a montré l'avantage de l'emploi du réseau pour ce genre de recherches.

de déterminer facilement la radiation exacte dans laquelle a été obtenue la photographie monochromatique.

La plaque photographique peut être placée immédiatement derrière la seconde fente, en la reliant à la partie fixe (dispositif de Hale), où l'image peut être reprise par un appareil photographique (dispositif de Braun).

Ce spectrohéliographe peut recevoir de la lumière par l'intermédiaire d'un sidérostat ou cœlostat, mais il peut être appliqué directement à un équatorial. Dans ce dernier cas, la monture doit pouvoir tourner autour de l'axe optique de l'objectif de l'équatorial afin de rendre sensiblement vertical le plan du spectrographe, et la pompe de Brashear doit être disposée pour être placée presque verticalement quelle que soit la position du Soleil.

Ce spectrohéliographe, simple et peu coûteux, sera d'un entretien et d'un maniement faciles et présentera, sur les appareils similaires actuellement en usage, des avantages nombreux.

Remarque sur la Note précédente; par M. **J. Janssen.**

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une Note de MM. Millochau et Štefánik sur un nouveau dispositif de spectrohéliographe.

Les auteurs se sont attachés à éviter les vibrations gênantes dans ces sortes d'appareils, en ramenant au minimum le nombre des pièces mécaniques nécessaires au mouvement.

Leur projet réduit les parties frottantes à quatre articulations à pointes. Ils ont également pensé à construire la seconde fente de manière qu'on puisse avoir, sur la plaque même où doit être photographiée l'image solaire, un enregistrement de la position de cette fente par rapport au spectre.

Je suis heureux de voir que la méthode que j'ai proposée en 1869, et qui est fondée comme on sait sur l'emploi des deux fentes, ait pris ce développement.

GÉOMÉTRIE. — *La réduction analytique d'un système quelconque de forces en* E_n. Note de M. **P.-H. Schoute.**

Dans une étude antérieure, datant de 1901, nous avons démontré par la Géométrie que le système de forces le plus général en E_{2m-1} peut être

réduit à m forces ne se trouvant pas dans un même E_{2m-2} et que le système de forces le plus général en E_{2m} se comporte comme le système de forces le plus général d'un E_{2m-1} déterminé compris dans cet E_{2m}.

Dans une petite Note qui va paraître, nous nous sommes occupé du cas particulier $n = 4$; là nous déduisions par l'analyse :

1° L'équation de l'espace à trois dimensions contenant les deux résultantes;

2° Le volume constant du tétraèdre dont ces deux résultantes forment deux arêtes opposées (théorème de Chasles);

3° Les équations du système focal correspondant (théorème de Mœbius).

Ici nous ferons connaître l'extension de ces résultats à l'espace E_{2m}, ceux de l'espace E_{2m-1} y étant compris; nous nous proposons d'en publier ailleurs la démonstration.

Soit $O(X_1, X_2, \ldots, X_{2m})$ un système d'axes coordonnés rectangulaires de l'espace E_{2m} qui porte le système donné de forces. Remplaçons chaque force $F^{(f)}$ de ce système par ses composantes $F_g^{(f)}$ dirigées suivant les axes OX_g et transportons ces composantes en O à l'aide de couples aux moments $F_h^{(f)} x_g^{(f)} - F_g^{(f)} x_h^{(f)}$ situés dans les plans $X_g O X_h$. Représentons par R_g les résultantes $\sum_{f=1}^{p} F_g^{(f)}$ et par (g, h) les couples $\sum_{f=1}^{p} (F_h^{(f)} x_g^{(f)} - F_g^{(f)} x_h^{(f)})$, p indiquant le nombre des forces du système. Alors on a la relation

$$(g, h) = -(h, g).$$

Considérons le produit $(1, 2)(3, 4)(5, 6)\ldots(2m-1, 2m)$ et formons-en la somme $S = \sum (1, 2)(3, 4)(5, 6)\ldots(2m-1, 2m)$, où chacune des $\frac{1}{2^{m-1}} \frac{(2m-1)!}{(m-1)!}$ expressions sous le signe $\sum$ contient tous les nombres 1, 2, 3, ..., $2m$, et où l'on fait attention au signe, en ne passant de l'expression modèle aux autres expressions analogues qu'à l'aide d'un changement de l'ordre des nombres en des couples de facteurs, y permutant cycliquement trois des quatre nombres, le quatrième ne bougeant pas.

Représentons de plus par $(g, h)\frac{\partial S}{\partial(g, h)}$ la somme des expressions de S contenant le facteur (g, h), par $(g, h)(i, k)\frac{\partial^2 S}{\partial(g, h)\partial(i, k)}$ la somme des expressions de S contenant les deux facteurs (g, h), (i, k) à la fois.

Alors on trouve par rapport aux m forces formant un système équivalent au système donné :

THÉORÈME I. — *L'équation de l'espace* $E_{2m-1}^{(f)}$ *contenant les m résultantes est*

$$S - \sum_{g=1}^{2m} \left[x_g \sum_{h=1}^{2m} R_h \frac{\partial S}{\partial(g,h)} \right] = 0.$$

THÉORÈME II (extension du théorème de Chasles). — *Le volume à* $2m-1$ *dimensions* V_{2m-1} *du simplexe à* $2m$ *sommets, dont les m résultantes en* $E_{2m-1}^{(f)}$ *indiquent par leurs points d'application et par leurs extrémités les* $2m$ *sommets, est représenté par la constante*

$$\frac{1}{(2m-1)!} \sqrt{\sum_{g=1}^{2m} \left[\sum_{h=1}^{2m} R_h \frac{\partial S}{\partial(g,h)} \right]^2}.$$

THÉORÈME III (extension du théorème de Mœbius). — *Si* $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_{2m}$ *sont des coordonnées tangentielles liées aux coordonnées ponctuelles* $x_1, x_2, \ldots, x_{2m}$ *par la condition* $\sum_{g=1}^{2m} x_g \xi_g + 1 = 0$ *de l'incidence du point* P *aux coordonnées* x_g *et de l'espace* E_{2m-1} *aux coordonnées* ξ_g, *le système focal correspondant aux systèmes des m résultantes en* $E_{2m-1}^{(f)}$ *se projette sur l'espace coordonné* $x_{2m} = 0$ *comme le système focal déterminé par les équations*

$$\xi_i = - \frac{\dfrac{\partial}{\partial(i, 2m)} \left\{ S - \sum_{g=1}^{2m-1} \left[x_g \sum_{h=1}^{2m-1} R_h \frac{\partial S}{\partial(g,h)} \right] \right\}}{\sum_{g=1}^{2m-1} \left[x_g \frac{\partial S}{\partial(g, 2m)} \right]}$$

$$(i = 1, 2, 3, \ldots, 2m-1),$$

se rapportant au système de coordonnées $O(X_1 X_2 \ldots X_{2m-1})$ *dans cet espace* $x_{2m} = 0$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions hypertranscendantes.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

J'appelle *fonction hypertranscendante* [1] y de x une fonction y qui ne satisfait formellement à aucune équation différentielle rationnelle

$$f(x, y, y', \ldots, y^{(k)}) = 0$$

dont le premier membre est un polynome en $x, y, y', \ldots, y^{(k)}$.

J'ai obtenu au sujet des fonctions hypertranscendantes le théorème suivant, qui présente de grandes analogies avec un théorème analogue de Liouville relatif aux nombres transcendants et qui a des conséquences de même nature :

Soit $\xi(x)$ une fonction non rationnelle donnée, quotient de deux séries de Maclaurin [2]

$$(1) \qquad \xi = \left(\sum_0^\infty c_m x^m\right)\left(\sum_0^\infty d_m x^m\right)^{-1},$$

$$I_1 = P_1 Q_1^{-1}, \qquad \ldots, \qquad I_n = P_n Q_n^{-1}, \qquad \ldots,$$

des fractions rationnelles, fonctions réelles ou imaginaires de x, en nombre infini, ayant des valeurs distinctes; par hypothèse, $\xi - I_n$ est, pour x infiniment petit, un infiniment petit d'ordre α_n [3] *toujours croissant avec n, et les P_n, Q_n sont des polynomes en x de degrés respectifs p_n, q_n dont l'un au moins croît indéfiniment avec n.*

1° *Lorsque ξ est solution formelle d'une équation différentielle rationnelle donnée $f(x, y, y', \ldots, y^{(k)}) = 0$, d'ordre k, sans satisfaire formellement à une équation différentielle rationnelle d'ordre k et de degré moindre en $y^{(k)}$, ou d'ordre moindre que k, on a, dès que n est assez grand,*

$$(2) \qquad |\xi - I_n| > |x|^{\lambda'(1+p_n+q_n)}$$

---

(1) Ce sont les fonctions que M. Moore appelle *transcendentally-transcendental.*

(2) Ces séries sont convergentes ou divergentes; une d'elles peut se réduire à un polynome.

(3) Ceci veut dire que $\xi - I_n$ est égal *formellement* à une série de Maclaurin dont le terme de degré le moins élevé en x est en x^{α_n}; une remarque analogue s'applique à (2).

pour x infiniment petit (λ' est positif et ne dépend que de k et des paramètres de f).

2° *Lorsque*

$$(3)\qquad |\xi - \mathrm{I}_n| < |x|^{\alpha(1+p_n+q_n)},$$

si grand que soit le nombre fixe arbitraire positif α, dès que n est assez grand, ξ est une fonction hypertranscendante.

Ceci ne suppose rien sur la nature arithmétique des coefficients c_m, d_m, ni sur la convergence ou la divergence des séries.

Dans le second cas [formule (3)], soit ξ' une autre fonction analogue à ξ, limite d'une suite de fractions I'_n, telle que $p'_n = k_n p_n$, $q'_n = l_n q_n$ ou $p'_n = k_n q_n$, $q'_n = l_n p_n$, avec k_n, l_n limités supérieurement et inférieurement, quel que soit n. De plus

$$|\xi' - \mathrm{I}'_n| < |x|^{\alpha(1+p'_n+q'_n)},$$

dès que n est assez grand : ξ et ξ' sont dites *correspondantes;* deux fonctions qui correspondent à une même troisième se correspondent entre elles.

Soit E_1 l'ensemble des fonctions correspondant à ξ et des fractions rationnelles : E_1 comprend les dérivées des fonctions de E_1. Toute fonction rationnelle de x et des fonctions de E_1 appartient à E_1.

Exemple d'ensemble E_1 : fonctions correspondant à

$$\xi = \left(\sum_0^\infty a_m x^{\varpi_m}\right)\left(\sum_0^\infty b_m x^{\varpi'_m}\right)^{-1},$$

où

$$\mathrm{I}_n = \left(\sum_0^n a_m x^{\varpi_m}\right)\left(\sum_0^n b_m x^{\varpi'_m}\right)^{-1}, \qquad \lim \varpi_{m+1}\varpi_m^{-1} = \infty \text{ pour } m = \infty,$$

$\varpi'_m = g_m \varpi_m$, $g_m > 0$ et limité supérieurement et inférieurement.

On peut d'ailleurs considérer des ensembles E plus particuliers que E_1, et ayant des propriétés semblables, en imposant aux fonctions considérées des conditions complémentaires : 1° les séries numérateur et dénominateur sont convergentes et ont un rayon de convergence $\geqq \rho$; 2° leurs coefficients sont rationnels; 3° ce sont des fonctions entières; etc.

DYNAMIQUE DES GAZ. — *Sur l'accélération des ondes de choc planes.* Note de M. **Jouguet**, présentée par M. Jordan.

Considérons, dans un gaz parfait dont γ sera le rapport des chaleurs spécifiques, un mouvement se faisant par tranches parallèles. Soient t le temps, a l'abscisse initiale d'une tranche, r la densité dans l'état initial supposé homogène, x, p, ρ, u l'abscisse, la pression, la densité et la vitesse d'une tranche à un instant quelconque. Les équations du mouvement sont

$$(1) \qquad \rho = \frac{r}{\frac{\partial x}{\partial a}}, \qquad \frac{\partial p}{\partial a} = -r\frac{\partial^2 x}{\partial t^2}.$$

Un premier mouvement, le mouvement 1, sera défini par

$$\frac{\partial x_1}{\partial t} = u_1 = \text{const.}, \qquad p_1 = \text{const.}, \qquad \rho_1 = r = \text{const.}$$

Dans ce mouvement s'en propagera, par onde de choc, un second, que nous distinguerons par l'indice 2 et qui sera supposé adiabatique. La vitesse de l'onde de choc dans le champ de Lagrange étant D, on aura

$$(2) \qquad \begin{cases} r\mathrm{D} = \dfrac{p_2 - p_1}{u_2 - u_1}, \\ (p_2 - p_1)\dfrac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2\rho_1} = (u_2 - u_1)^2, \\ p_2 = p_1\dfrac{(\gamma+1)\rho_2 - (\gamma-1)\rho_1}{(\gamma+1)\rho_1 - (\gamma-1)\rho_2} \quad \text{(loi d'Hugoniot).} \end{cases}$$

p_2, ρ_2, u_2 sont des fonctions de a et de t qui vérifient (2) *au front de l'onde*. Les pressions étant toujours positives et les ondes de choc qui peuvent se propager n'étant jamais négatives, il faut que

$$(3) \qquad \begin{cases} \rho_2 > \rho_1, \qquad p_2 > p_1 > 0, \qquad u_2 > u_1, \\ (\gamma+1)\rho_2 - (\gamma-1)\rho_1 > (\gamma+1)\rho_1 - (\gamma-1)\rho_2 > 0. \end{cases}$$

Dans le temps dt, la valeur de p_2 au front de l'onde croît de

$$\left(\frac{\partial p_2}{\partial t} + \mathrm{D}\frac{\partial p_2}{\partial a}\right) dt.$$

Désignons $\frac{\partial p_2}{\partial t} + D\frac{\partial p_2}{\partial a}$ par $\frac{dp_2}{dt}$. Les notations $\frac{du_2}{dt}$, $\frac{d\rho_2}{dt}$ auront des significations analogues.

L'accélération de l'onde $\frac{dD}{dt}$ vaut, par la première équation (2),

$$(4) \qquad r\frac{dD}{dt} = -\frac{p_2 - p_1}{(u_2 - u_1)^2}\frac{du_2}{dt} + \frac{1}{u_2 - u_1}\frac{dp_2}{dt}.$$

Mais les deux dernières équations (2) donnent les relations

$$(5) \qquad \begin{cases} 2(u_2 - u_1)\dfrac{du_2}{dt} = \left[\dfrac{p_2 - p_1}{\rho_2^2}\dfrac{(\gamma+1)\rho_1 - (\gamma-1)\rho_2}{(\gamma+1)p_1 + (\gamma-1)p_2} + \dfrac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1\rho_2}\right]\dfrac{dp_2}{dt}, \\ \dfrac{d\rho_2}{dt} = \dfrac{(\gamma+1)\rho_1 - (\gamma-1)\rho_2}{(\gamma+1)p_1 + (\gamma-1)p_2}\dfrac{dp_2}{dt} = H^2\dfrac{dp_2}{dt}, \end{cases}$$

qui permettent de transformer (4) en

$$(6) \qquad r\frac{dD}{dt} = \frac{1}{2(u_2 - u_1)}\left[1 - \frac{\rho_1}{\rho_2}\frac{p_2 - p_1}{\rho_2 - \rho_1}\frac{(\gamma+1)\rho_1 - (\gamma-1)\rho_2}{(\gamma+1)p_1 + (\gamma-1)p_2}\right]\frac{dp_2}{dt} = K^2\frac{dp_2}{dt}.$$

Il est facile de vérifier, par (3) et par la loi d'Hugoniot, que les coefficients H^2 et K^2 sont bien positifs.

Faisons maintenant appel à (1). On peut écrire (4), en développant $\frac{dp_2}{dt}$, $\frac{du_2}{dt}$ et en utilisant (1) et (2),

$$r\frac{dD}{dt} = \frac{2}{u_2 - u_1}\frac{dp_2}{dt} + \frac{1}{u_2 - u_1}\frac{r^2}{\rho_2^2}\frac{\partial\rho_2}{\partial t}\left(D^2 - \frac{\rho_2^2}{r^2}\frac{\frac{\partial p_2}{\partial t}}{\frac{\partial\rho_2}{\partial t}}\right),$$

ou, vu (6),

$$\left[3 + \frac{\rho_1}{\rho_2}\frac{p_2 - p_1}{\rho_2 - \rho_1}\frac{(\gamma+1)\rho_1 - (\gamma-1)\rho_2}{(\gamma+1)p_1 + (\gamma-1)p_2}\right]\frac{r}{K^2}\frac{dD}{dt} = 2\frac{r^2}{\rho_2^2}\frac{\partial\rho_2}{\partial t}\left(\frac{\rho_2^2}{r^2}\frac{\frac{\partial p_2}{\partial t}}{\frac{\partial\rho_2}{\partial t}} - D^2\right).$$

Au premier membre, le coefficient de $\frac{dD}{dt}$ est positif, par (3). Au second membre, $\frac{\rho_2^2}{r^2}\frac{\frac{\partial p_2}{\partial t}}{\frac{\partial\rho_2}{\partial t}}$ est le carré de la vitesse du son en arrière de l'onde, qui est toujours, comme on sait [1], supérieur à D^2 : le coefficient de $\frac{\partial\rho_2}{\partial t}$ est

[1] Voir *Sur la propagation des réactions chimiques dans les gaz* (*Journal de*

donc positif. Par suite, $\frac{dD}{dt}$ a toujours le signe de $\frac{\partial \rho_2}{\partial t}$ $\left(\text{ou de } -\frac{\partial u_2}{\partial a}\right)$. Par (5) et (6), il en est de même de $\frac{d\rho_2}{dt}$ et $\frac{dp_2}{dt}$.

De là les résultats suivants :

Si, à un instant quelconque, $\frac{\partial \rho_2}{\partial t}$ est positif $\left(\text{ou } \frac{\partial u_2}{\partial a} \text{ négatif}\right)$ au front de l'onde, la pression et la densité au front vont en croissant et l'onde est accélérée à cet instant.

Si, à un instant quelconque, $\frac{\partial \rho_2}{\partial t}$ est négatif $\left(\text{ou } \frac{\partial u_2}{\partial a} \text{ positif}\right)$ au front de l'onde, la pression et la densité au front vont en décroissant et l'onde est ralentie à cet instant.

Si $\frac{\partial \rho_2}{\partial t}$ est nul, l'accélération de l'onde l'est aussi. C'est le cas étudié par Hugoniot.

En s'inspirant des considérations que nous avons indiquées dans un travail récent [1], on peut étendre les recherches précédentes au cas des gaz non parfaits, pourvu que la discontinuité produite par l'onde dans les densités ne dépasse pas une certaine limite. Il y a simplement une discussion à faire suivant le signe de $\frac{\partial\left(\rho^2 \frac{\partial p}{\partial \rho}\right)}{\partial \rho}$.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la valeur numérique la plus probable du rapport $\frac{\varepsilon}{\mu_0}$ de la charge à la masse de l'électron dans les rayons cathodiques.* Note de M. **Ch.-Eug. Guye**.

Les expériences qui ont permis de déterminer avec le plus de précision la valeur fondamentale $\frac{\varepsilon}{\mu_0}$ pour les rayons cathodiques reposent sur les

---

Mathématiques pures et appliquées, 1906, p. 32). Nous saisirons cette occasion pour insister sur le fait que la méthode donnée dans cet écrit pour comparer la vitesse du son avec celle des ondes de choc, et exposée dans le cas particulier des ondes planes, est en réalité entièrement générale.

(1) *Ibid.*, p. 37.

deux relations bien connues [1] :

$$(1)\qquad \frac{1}{2}\mu v^2 = U\varepsilon,$$

$$(2)\qquad \rho = \frac{v}{H}\frac{\mu}{\varepsilon};$$

d'où l'on déduit, abstraction faite de toutes corrections relatives au dispositif expérimental,

$$(3)\qquad \frac{\varepsilon}{\mu} = \frac{2U}{H^2\rho^2}.$$

Ces expériences ont conduit, comme on sait, à la valeur

$$\frac{\varepsilon}{\mu} = 1,865 \times 10^7,$$

donnée par Simon et généralement adoptée.

Ramenée au cas d'un déplacement infiniment lent cette valeur devient, dans le cas des expériences de Simon,

$$(\mathrm{I})\qquad \frac{\varepsilon}{\mu_0} = 1,892 \times 10^7.$$

D'autre part, les expériences effectuées par Kaufmann sur les électrons du radium ont donné, par extrapolation, $\frac{\varepsilon}{\mu_0} = (1,775 \pm 0,059)\,10^7$ (Runge) et, si l'on tient compte seulement des meilleurs clichés (n^{os} 18 et 19),

$$(\mathrm{II})\qquad \frac{\varepsilon}{\mu_0} = 1,858 \times 10^7.$$

Le but de cette Note est de montrer que la formule (3) peut être corrigée et que cette correction a pour effet d'augmenter la concordance entre les valeurs (I) et (II).

En effet les valeurs de μ qui figurent dans les expressions (1) et (2) ne sont égales que si la vitesse de l'électron est suffisamment petite.

Si donc on désigne par μ' et μ_2 les valeurs de μ dans ces expressions, on aura

$$(3')\qquad \frac{\varepsilon}{\mu_2} = \left[\frac{\mu_2}{\mu'}\right]\frac{2U}{H^2\rho^2}.$$

---

(1) μ masse de l'électron, v sa vitesse, U potentiel de décharge, ε charge électrique de l'électron, H champ magnétique produisant la déviation du faisceau cathodique, ρ rayon de courbure du faisceau dévié.

Dans le cas particulier des expériences de Simon (potentiels moyens de décharge : 7741 volts, 10632 volts, 7705 volts) on a en moyenne

$$\frac{\mu_2}{\mu'} = 0,9928$$

la correction est d'environ 1 pour 100, tandis que les écarts entre les diverses séries et la moyenne ne sont que de 1 à 4 pour 1000; cette correction est donc légitime.

Elle conduit, tous calculs faits, aux résultats suivants que l'on peut considérer actuellement comme les valeurs les plus probables de $\frac{\varepsilon}{\mu}$ pour les rayons cathodiques

$$\frac{\varepsilon}{\mu_2} = 1,852 \times 10^7 \text{ (expérience de Simon)},$$

$$\text{(III)} \qquad \frac{\varepsilon}{\mu_0} = 1,878 \times 10^7.$$

En comparant cette dernière valeur à celle déduite des expériences de M. Kaufmann (formule II) on voit que la correction a pour effet d'augmenter un peu la concordance; elle est donc favorable à l'hypothèse de l'identité des électrons qui constituent les rayons cathodiques et les rayons β du radium.

Remarque, — La masse μ' déduite du potentiel de décharge [équation (1)] doit naturellement être distinguée des masses dites *longitudinale* et *transversale* désignées généralement par μ_1 et μ_2.

De la théorie de M. Max Abraham il ressort aisément que cette masse μ' est reliée à la masse longitudinale μ_1 par l'équation différentielle

$$\text{(IV)} \qquad \mu_1 = \mu' + \frac{1}{2} v \frac{d\mu'}{dv}.$$

Si l'on développe les masses μ_1, μ_2, μ' en série, suivant les puissances croissantes de β^2, on a en résumé :

1° *Masse longitudinale*,

$$\mu_1 = \mu_0 \left(1 + \frac{6}{5}\beta^2 + \frac{9}{7}\beta^4 + \ldots\right);$$

2° *Masse transversale*,

$$\mu_2 = \mu_0 \left(1 + \frac{6}{3.5}\beta^2 + \frac{9}{5.7}\beta^4 + \ldots\right);$$

3° *Masse cinétique*,

$$\mu' = \mu_0 (1 + \tfrac{3}{5}\beta^2 + \tfrac{3}{7}\beta^4 + \ldots).$$

Nous avons appelé cette dernière valeur *masse cinétique* parce que, multipliée par $\frac{1}{2}v^2$, elle représente l'énergie cinétique de l'électron.

En réduisant ces développements au premier terme en β^2, on voit que l'on a

$$\mu_1 > \mu' > \mu_2 > \mu_0.$$

Enfin, dans le cas d'un déplacement infiniment lent,

$$\mu_1 = \mu' = \mu_2 = \mu_0.$$

PHYSIQUE. — *Influence de la compressibilité sur la formation des gouttes.* Note de M. H. **Ollivier**, présentée par M. J. Violle.

Au cours de quelques expériences sur la capillarité j'ai pu constater que la formation des petites gouttes liquides est grandement influencée par l'élasticité des parois et même par la compressibilité du liquide, que l'on peut mesurer par ce procédé.

L'appareil employé dans le cas de l'eau comprend : 1° un réservoir recevant de l'eau parfaitement filtrée et de niveau constant ; 2° un robinet à pointeau très délicat ; 3° une petite chambre A en nickel épais, qui porte un orifice d'écoulement de petit diamètre ($0^{mm},3$ au plus) [1] *non mouillé*.

Si la chambre A communique avec le robinet par un tube rigide et si elle ne renferme aucun corps élastique, on constate qu'après la chute d'une goutte, la goutte suivante se montre immédiatement.

Mais si la chambre A est reliée au robinet par un tube élastique (caoutchouc) ou si elle renferme un corps élastique (bulle d'air), on constate qu'après la chute d'une goutte, la goutte suivante ne se montre pas tout de suite. Il faut attendre un temps θ_1 ; elle perle alors tout d'un coup

(1) On peut se servir d'un tube de verre étiré et enduit de cire. Mais il vaut bien mieux employer un trou en cône très évasé, percé dans une paroi rigide enduite de cire et de noir de fumée sur sa face inférieure. Il ne faut pas que la cire pénètre dans le trou.

(en moins de $\frac{1}{20}$ de seconde). Elle s'accroît un peu pendant une période θ_2, puis elle tombe.

Exemple. — Gouttes pesant $7^{mg},8$. La chambre A communique avec un tube capillaire jaugé où l'on peut enfermer un volume d'air connu v, compris entre 0 et un demi-centimètre cube.

$\theta = \theta_1 + \theta_2$ est l'intervalle de temps entre les chutes de deux gouttes consécutives.

	v.	θ_1.	θ_2.	θ.
	cm³	s	s	s
On ne touche pas au robinet.	0	0	41	41
	0,100	6,8	34,5	41,3
	0,300	20,1	25	45,1
	0,400	26,8	19,8	46,6
	0,500	33,4	15,5	48,9

(on peut réduire θ_2 à une fraction de seconde).

La durée θ_1 de la première période est proportionnelle à v. Pour $v = \text{const.}$ θ_1 varie si l'on agit sur le robinet; alors θ_1 est sensiblement proportionnel à θ.

Plus v est grand, plus la goutte perle brusquement au bout du temps θ_1. A partir d'une certaine valeur de v, il se forme un jet qui s'échappe.

Pour expliquer ces phénomènes, il suffit de remarquer que la formation d'une goutte à un orifice non mouillé de rayon très petit r débute par la formation d'un très petit bourrelet de rayon à peu près égal à r et dont le volume est négligeable. La pression capillaire passe donc par un maximum P très accusé avant que l'on puisse voir la goutte. Le robinet envoie de l'eau dans la chambre A; les corps élastiques qui y sont contenus se compriment jusqu'à ce que la pression devienne P; c'est la période θ_1. Dès que la pression dépasse P, le bourrelet grossit, son rayon augmente, la pression capillaire diminue très vite, les corps élastiques qui étaient comprimés dans A se détendent rapidement et la goutte perle en un temps très court. — La période θ_1 doit donc être proportionnelle au volume v du corps élastique enfermé dans A. C'est ce que l'expérience montre.

On voit très bien, dans le tube capillaire contenant le volume d'air v, l'augmentation progressive de la pression jusqu'au maximum P et la détente brusque de l'air qui fait jaillir le liquide de l'orifice.

Au lieu d'employer comme corps élastique quelques dixièmes de centimètre cube d'air, on peut employer quelques litres (2 à 4) d'un liquide enfermé dans un récipient épais en communication avec A. On mesure θ_1 et θ_2; on connaît le volume v d'air qui donne les mêmes valeurs de θ_1 et θ_2 que le volume V du liquide employé. Ces volumes V et v subissent donc la même diminution de volume Δv pour la variation de pression employée. On a donc le rapport des compressibilités de l'air et du liquide. On en déduit bien simplement la compressibilité du liquide. La mesure de la varia-

tion de volume Δv est remplacée par la mesure du volume beaucoup plus grand v (1).

En plaçant successivement dans le même récipient plusieurs liquides, on a les différences de leurs compressibilités.

En plaçant un liquide de compressibilité connue dans une enveloppe solide, on trouve ainsi le coefficient d'élasticité de cette enveloppe.

Les coefficients de compressibilité des solides sont mesurés par le même procédé.

Toutes ces applications feront l'objet d'une prochaine publication.

Exemple. — Ballon de $3^l,28$. Epaisseur des parois $1^{cm},5$ à 3^{cm}. La quantité d'air qui équivaut à $3^l,28$ d'eau est 140^{mm^3}. Le ballon équivaut à 35^{mm^3} d'air.

Dans le cas des gouttes de mercure s'échappant d'un tube de verre étiré, on constate l'existence des deux périodes θ_1 et θ_2 comme avec l'eau. La sensibilité est si grande que l'expérience est difficile à faire. De plus, quand une goutte est tombée, le ménisque remonte dans le tube d'une quantité proportionnelle à v. Le ménisque revient à l'orifice pendant le temps θ_1; la goutte perle alors tout d'un coup, grossit lentement (période θ_2), puis tombe. La mesure de l'ascension du ménisque pourrait, dans les applications, remplacer celle de θ_1.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons halogénées du thallium.* Note de M. V. Thomas, présentée par M. Moissan.

Cette Note est le résumé des recherches que j'ai entreprises sur la thermochimie des halogénures thalliques et sur la chloruration du chlorure thalleux.

I. — *Thermochimie des halogénures thalliques.*

a. Chlorure thallique. — Le chlorure anhydre a été préparé par la méthode que j'ai indiquée précédemment, par la déshydratation du chlorure à $4H^2O$ (2).

(I)	$TlCl^3$ sol. + nH^2O = $TlCl^3$ diss.........	+ $8^{Cal},4$ (3)
(II)	($TlCl^3$ + $4H^2O$) sol. = $TlCl^3$ diss........	− $2^{Cal},1$ (4)

(1) On augmente la précision en prenant des orifices étroits et en serrant le robinet de façon à avoir pour θ_1 des valeurs de l'ordre de la minute.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 105.

(3) Deux déterminations ont donné $8^{Cal},38$ et $8^{Cal},47$.

(4) Deux déterminations ont donné le même nombre $-2^{Cal},12$.

On en déduit

(III) $TlCl^3$ sol. + $4H^2O$ liq. = $TlCl^3 4H^2O$ sol. + $10^{Cal},5$

Thomsen a déterminé la chaleur de formation du trichlorure hydraté. D'après ce savant, on a

$Tl + Cl$ gaz. + nH^2O liq. = $TlCl^3$ diss... + $89^{Cal},2$ ([1])

Cette donnée permet de calculer la chaleur de formation du trichlorure anhydre.

(IV) $Tl + Cl^3$ gaz. = $TlCl^3$ sol............... + $80^{Cal},8$

Cette chaleur de formation est du même ordre de grandeur que celles du chlorure de bismuth et du chlorure d'antimoine anhydres.
On en déduit

$TlCl$ sol. + Cl^2 gaz. = $TlCl^3$ sol......... + $22^{Cal},2$ ([1])

b. Bromure thallique :

(V) $TlBr^3.4H^2O$ sol + nH^2O = $TlBr^3$ diss... + $2^{Cal},2$

La chaleur de formation du bromure thallique en solution étant connue, la chaleur de dissolution du tétrahydrate permet de calculer la chaleur de formation du tétrahydrate :

(VI) $Tl + Br^3$ liq. + $4H^2O$ = $TlBr^3.4H^2O$ sol... + (56,8 + 2,2) soit 59^{Cal} ([1]).

Si l'on mélange des dissolutions de bromure et de chlorure thalliques, on n'observe pas de phénomène thermique : les chlorobromures de thallium sont donc complètement dissociés en solution.
c. Chlorobromures thalliques :

(VII) $(TlClBr^2 + 4H^2O)$ sol. + nH^2O = $TlClBr^2$ diss... $-2^{Cal},9$ ([2]),
(VIII) $(TlCl^2Br + 4H^2O)$ sol. + nH^2O = $TlCl^2Br$ diss... $-2^{Cal},8$ ([3]).

Ces chaleurs de dissolution sont notablement supérieures aux chaleurs de dissolution du trichlorure et du tribromure.
Les données précédentes sont suffisantes pour le calcul de la chaleur de formation des chlorobromures solides en partant des chlorures et bromures thalliques. Ce calcul donne

$2(TlCl^3, 4H^2O)$ sol. + $(TlBr^3, 4H^2O)$ sol. = $3(TlCl^2Br, 4H^2O)$ sol. + $(0^{Cal},6 \times 3)$,
$2(TlBr^3, 4H^2O)$ sol. + $(TlCl^3, 4H^2O)$ sol. = $3(TlClBr^2, 4H^2O)$ sol. + $(0^{Cal},7 \times 3)$.

---

(1) THOMSEN, *Thermoch. Untersuch.*
(2) Deux déterminations ont donné -3^{Cal} et $-2^{Cal},87$.
(3) Deux déterminations ont donné $-2^{Cal},80$ et $-2^{Cal},78$.

Les chaleurs de formation sont certes assez faibles, mais non nulles, les erreurs d'expériences ne pouvant que modifier légèrement la valeur du chiffre trouvé. Ces mesures thermochimiques confirment donc l'existence chimique des chlorobromures thalliques ; l'hypothèse de mélanges isomorphiques doit donc être définitivement écartée. On a, par suite, la série d'égalités :

	Cal
$Tl + Cl^3$ gaz $+ 4H^2O$ liq. $= TlCl^3, 4H^2O$ sol................	$+91,3$
$Tl + Cl^2$ gaz $+$ Br liq. $+ 4H^2O$ liq, $= TlCl^2Br, 4H^2O$ sol......	$+80,7$
$Tl + Cl$ gaz $+ Br^2$ liq. $+ 4H^2O$ liq. $= TlCl\,Br^2, 4H^2O$ sol.....	$+70,0$
$Tl + Br^3$ liq. $+ 4H^2O = TlBr^3, 4H^2O$ sol....................	$+59,0$

Il en résulte que le remplacement successif des atomes de brome du bromure par des atomes de chlore dégage sensiblement la même quantité de chaleur : le premier dégage $11^{Cal},0$, le second $10^{Cal},7$ et le troisième $10^{Cal},6$.

d. Chlorhydrate de chlorure. — J'ai montré précédemment que le chlorure hydraté se combine au gaz chlorhydrique avec formation de chlorhydrate $TlCl^3, 3H^2O, HCl$. La combinaison ne se produit pas avec le chlorure anhydre.

$$TlCl^3 \text{ diss.} + HCl \text{ diss.} = (TlCl^3 + HCl) \text{ diss.} \ldots\ldots \quad -0^{Cal},2$$

chiffre pratiquement nul. Le chlorhydrate est donc complètement dissocié en solution.

II. — *Chloruration du chlorure thalleux par voie sèche.*

a. Chloruration par le chlore liquéfié. — Quel que soit l'excès de chlore employé, la chloruration s'arrête quand tout le chlorure thalleux est transformé en Tl^2Cl^3. Cette réaction est la meilleure qu'on puisse utiliser pour préparer rapidement des quantités considérables de chlorure Tl^2Cl^3 à l'état de pureté.

b. Chloruration à température ordinaire. — Dans ces conditions, le chlore conduit toujours au bichlorure Tl^2Cl^4 et la méthode peut être recommandée pour la préparation de ce corps. Il faut éviter toute trace d'humidité, car le bichlorure très hygrométrique s'hydrate rapidement et à cet état est susceptible d'absorber de nouvelles quantités de chlore avec formation de chlorure thallique hydraté.

c. Chloruration à chaud. — On n'obtient jamais, dans les conditions ordinaires, une chloruration complète. En opérant en tube scellé sous une pression de chlore de 6^{atm} à 7^{atm}, on arrive à obtenir de petites quantités de chlorure anhydre, sous forme d'un sublimé d'un blanc très pur, d'ap-

parence cristalline, le plus souvent souillé de parcelles à teinte légèrement jaunâtre constituées par un chlorure inférieur [1].

Contrairement à mon attente, ce chlorure ne fond pas vers 25° comme celui préparé par voie humide. Je n'ai pu déterminer exactement son point de fusion, par suite de son hygroscopicité extrême; mais sous pression et dans une atmosphère de chlore, il ne paraît entrer en fusion que vers 60°-70°.

Le poids atomique très élevé du thallium, la rapidité avec laquelle le chlorure anhydre s'hydrate à l'air et l'énergie avec laquelle ce chlorure semble retenir de petites quantités d'eau sont autant de raisons qui font de cette étude une question fort délicate.

Il ne serait pas impossible que le chlorure préparé par voie humide ne doive l'abaissement de son point de fusion qu'à la présence de traces d'eau non susceptibles de s'éliminer même sur l'anhydride phosphorique.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'action de quelques alcaloïdes à l'égard des tubes polliniques*. Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Étant donnée la facilité avec laquelle la plupart des grains de pollen germent sur l'eau pure ou additionnée de diverses substances nutritives, de sucre par exemple, on peut se demander pourquoi il n'arrive pas plus souvent que ces grains ne germent sur les stigmates de fleurs appartenant à des espèces différentes de celles dont ils proviennent et ne produisent ainsi de nombreux hybrides. En réalité, il est facile de constater, par l'observation dans la nature ou par l'expérimentation, que lesdites graines commencent à germer sur toutes sortes de stigmates étrangers, mais que leur développement s'arrête bientôt, bien avant que les tubes polliniques aient atteint les ovules [2]. On est ainsi amené à considérer — c'est une hypothèse — que, dans les stigmates et les styles, il y a des substances toxiques auxquelles les grains de pollen de la même fleur sont adaptés, alors

(1) Quoique ce chlorure n'ait pas été analysé, il est hors de doute que tout le thallium y est à l'état thallique, car sa solution se colore en rose par addition d'une goutte de permanganate en solution très étendue.

(2) P.-P. Richer, *Expériences sur la germination des grains de pollen en présence des stigmates* (*Comptes rendus*, 1902).

qu'elles tuent ou, tout au moins, gênent la bonne germination de pollens étrangers. C'est pour élucider la question de savoir quelles peuvent être ces matières nocives que j'ai entrepris une série de recherches sur la germination des grains de pollen dans un certain nombre de liquides de composition variée. Je donnerai seulement dans cette Note les résultats que j'ai obtenus avec les alcaloïdes, substances représentées d'une manière si abondante et si variée chez les plantes.

Les expériences ont été faites en chambres humides Van Tieghem et Le Monnier, et avec des solutions soigneusement titrées. Les résultats obtenus intéressent non seulement la question à laquelle je fais allusion plus haut, mais aussi la biologie générale, car, jusqu'ici, la toxicité ou l'utilité des alcaloïdes à l'égard du protoplasma des plantes supérieures ont été peu étudiées.

J'ai pris comme matériaux d'études le pollen du *Narcissus pseudo-Narcissus*, qui a l'avantage de germer facilement et avec une grande régularité. Je cherchais surtout, par une série de cultures en liqueurs de plus en plus diluées, à savoir à partir de quelle dose les alcaloïdes devenaient toxiques, c'est-à-dire empêchaient complètement le développement des tubes polliniques.

J'ai ainsi reconnu que (par ordre de toxicité décroissante) :

Le chlorhydrate de	solanine	est toxique à la dose de	$\frac{1}{23000}$
»	vératrine	» »	$\frac{1}{21000}$
»	strychnine	» »	$\frac{1}{12000}$
»	morphine	» »	$\frac{1}{11000}$
»	codéine	» »	$\frac{1}{5000}$
»	aconitine	» »	$\frac{1}{4000}$
»	caféine	» »	$\frac{1}{3000}$
»	narcotine	» »	$\frac{1}{2500}$
»	cocaïne	» »	$\frac{1}{2500}$
»	bétaïne	» »	$\frac{1}{1500}$
»	cicutine	» »	$\frac{1}{700}$
»	brucine	» »	$\frac{1}{700}$

On voit, par ces chiffres, que *la plupart des alcaloïdes sont très toxiques pour les tubes polliniques.*

De plus, en prenant d'autres grains de pollen et en faisant sur eux les mêmes expériences, on peut se rendre compte que *la toxicité des alcaloïdes n'est pas la même pour eux* que pour l'espèce précédente prise comme type. Par exemple, pour le pollen du *Ribes sanguineum*, le chlorhydrate de morphine est toxique à la dose de $\frac{1}{1500}$ et le chlorhydrate de strychnine à la dose de $\frac{1}{7000}$. Ces deux alcaloïdes sont donc moins toxiques pour lui que pour le pollen du *Narcissus*.

D'autre part, il est à remarquer que *les mêmes alcaloïdes*, bien que toxiques à une certaine dose, *peuvent, à une dilution plus faible, devenir un aliment pour les tubes polliniques.* C'est ainsi que j'ai constaté que les grains de pollen du *Narcissus pseudo-Narcissus* germent mieux, plus abondamment et donnent des tubes plus longs, dans une eau distillée contenant :

du	chlorhydrate	de solanine	à $\frac{1}{30000}$
ou du	»	de vératrine	à $\frac{1}{28000}$
ou du	»	de narcotine	à $\frac{1}{3500}$
ou du	»	de brucine	à $\frac{1}{3000}$

que dans l'eau distillée pure.

D'après tous les chiffres ci-dessus, on voit qu'il n'est pas impossible d'admettre que la présence ou l'absence de tel ou tel alcaloïde, à telle ou telle dose, dans une plante déterminée, peut favoriser la germination intégrale de son propre pollen et nuire à celle des pollens étrangers.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action de l'acide carbonique sur la vie latente de quelques graines desséchées.* Note de M. **Paul Becquerel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'action de certains gaz irrespirables, tels que l'acide carbonique, l'azote, l'oxyde de carbone, sur la vie latente des organismes, animaux ou végétaux, a une certaine importance biologique, car elle nous apporte un criterium assez sûr pour décider si, dans ce cas particulier, les phénomènes physico-chimiques de la vie sont complètement arrêtés, ou ne sont seulement que ralentis.

En effet, si des organismes plongés pendant un certain temps dans des gaz asphyxiants sont susceptibles de revenir à la vie, nous pouvons toujours avoir la certitude qu'au moins les échanges respiratoires sont devenus impossibles et que, dans ces conditions, la vie doit être bien vraisemblablement suspendue et non ralentie.

C'est ce qu'ont pensé déjà divers expérimentateurs, notamment Giglioli ([1]) et Romanes ([2]), qui n'ont pas pu déceler un changement appréciable dans le pouvoir germinatif des graines qu'ils avaient renfermées pendant plu-

([1]) *Nature*, 3 octobre 1895.
([2]) *Proc. Royal Society*, 1893.

sieurs années dans des ballons contenant de l'oxyde de carbone, de l'azote et de l'hydrogène.

Or, depuis que j'ai démontré ici (¹) que, si les gaz n'avaient nullement porté atteinte à la vitalité des graines, c'est parce qu'ils n'avaient pas pu passer à travers les téguments devenus imperméables par suite de la dessiccation, on ne peut plus admettre comme décisives, en faveur de la thèse de la suspension de la vie, les expériences des auteurs précités, car la plantule placée dans son tégument desséché comme dans un vase clos peut fort bien respirer aux dépens de l'air qui se trouve accumulé dans les méats et dans les faisceaux libéro-ligneux.

J'ai alors recommencé les expériences de Giglioli et de Romanes, mais avec des graines décortiquées ou perforées pour être absolument certain que le contact entre le gaz irrespirable et l'embryon ait été parfaitement assuré.

J'ai d'abord opéré avec le gaz acide carbonique sur une dizaine d'espèces de graines réparties en trois lots.

Les graines du premier lot avaient subi une immersion d'un quart d'heure dans l'eau. Celles du deuxième lot se trouvaient dans l'état de dessiccation naturelle qu'elles possèdent au bout d'ue année de leur récolte; enfin celles du troisième lot avaient été desséchées pendant un mois, dans le vide avec de la baryte caustique, à une température de 45°.

Chacun des lots avait été placé dans un ballon de verre, fermé par un bouchon, ayant deux tubes de verre coudés dont l'un était toujours en communication avec le ballon suivant.

Ensuite je fis arriver dans chaque ballon, pendant un temps assez long, un fort courant d'acide carbonique, qui avait été desséché auparavant, en passant dans des tubes en *u* renfermant de la baryte caustique. Cet acide carbonique avait été fourni par une bombe d'acide carbonique liquide.

Une fois les ballons remplis de gaz, je les détachai les uns des autres, en étirant et fermant chacun de leurs tubes à la flamme d'un bec Bunsen.

Au bout de 11 mois, je fis des prises d'atmosphère dans l'intérieur de ces ballons, pour m'assurer de leur teneur en acide carbonique je retirai les graines et je les mis à germer sur du coton hydrophile humide.

Voici quels furent les résultats :

Toutes les graines du premier lot qui avaient été légèrement humectées furent tuées. Par contre, la plupart des graines du second lot, et toutes celles qui avaient été desséchées artificiellement, levèrent et donnèrent de fort belles germinations. Ce

---

(¹) *Comptes rendus*, 30 mai 1904.

furent des graines de pois, de courge, de luzerne, de trèfle, de cresson alénois, de moutarde, de lupin, de sarrazin, de blé, d'avoine, de pin pignon.

Or, comme d'après les expériences que j'ai relatées ici, il y a à peu près deux ans (1), il a été démontré que les cotylédons des graines sont très poreux, on ne peut pas douter que le gaz acide carbonique ait pénétré dans l'intérieur de l'embryon.

Toute la question se porte maintenant sur ce point capital; est-ce que le gaz acide carbonique a pu pénétrer par les communications protoplasmiques dans l'intérieur des cellules. C'est ce qu'il est très difficile de résoudre.

S'il en était ainsi, nous nous trouverions alors en présence du premier cas indiscutable de vie suspendue.

En effet, tous les auteurs qui ont opéré avant nous : M. Lance (2), sur les tardigrades desséchés des toits, et MM. Van Tieghem et Gaston Bonnier (3), sur des graines de pois, avaient toujours constaté qu'il était impossible de conserver des organismes dans de l'acide carbonique et en avaient alors légitimement conclu qu'ils avaient affaire à une vie très ralentie.

Nous ne trouvons pas du tout ces résultats contradictoires, surtout pour les graines, car ces savants ne se sont occupés que de la vie latente des graines dans des conditions naturelles. Il n'ont donc pas cherché à expérimenter dans des conditions artificielles de parfaite siccité et avec de l'acide carbonique pur complètement sec.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Contribution à la physiologie de la greffe. Influence du porte-greffe sur le greffon.* Note de MM. **G. Rivière** et **G. Bailhache**, présentée par M. Alfred Giard.

Dans une précédente Communication (4) nous avons démontré que nos variétés de poiriers horticoles, notamment le Triomphe de Jodoigne et le Doyenné d'hiver, produisaient des fruits dont les caractères extérieurs, aussi bien que la composition chimique, étaient sensiblement modifiés, suivant que ces variétés étaient greffées sur le *poirier-franc* ou sur le *cognassier*.

Poursuivant toujours nos recherches sur le même sujet, nous avons expérimenté cette fois, non plus sur le poirier, mais sur le pommier.

Nous avons voulu déterminer si les fruits de cette dernière essence fruitière sont également influencés par la nature du porte-greffe.

En 1905, nous avons alors soumis à l'analyse des pommes mûres, de la

---

(1) *Comptes rendus,* 27 juin 1904.
(2) *Comptes rendus,* 1894, p. 817.
(3) *Bulletin de la Société de Botanique,* 12 mars 1888.
(4) *Comptes rendus,* séance du 1er mars 1897.

variété appelée *Calville blanche*, récoltées sur des arbres dont les uns étaient greffés sur le *pommier paradis*, tandis que les autres étaient greffés sur le *pommier doucin*.

De même que dans notre précédente étude, tous ces arbres avaient le même âge (14 ans) et végétaient dans les mêmes conditions. Ils étaient plantés côte à côte dans le même terrain et étaient conduits sous la même forme, enfin, la face du mur d'espalier sur laquelle ils étaient adossés était exposée au levant.

Ni la composition du sol, ni l'exposition, ni l'âge des arbres qui, nous le rappelons, ont tant d'influence sur le volume et la qualité des fruits, ne peuvent être invoqués contradictoirement dans ces nouvelles recherches. Seul, le sujet porte-greffe peut être considéré, dans la circonstance, comme l'unique facteur susceptible d'avoir exercé une influence sur le greffon et surtout sur ses produits.

C'est du reste ce qui ressort du Tableau ci-dessous :

Nature des éléments dosés et particularités.	Nature du sujet porte-greffe.		Excédents en faveur	
	Pommier doucin.	Pommier paradis.	du doucin.	du paradis.
Couleur des fruits.	Jaune sur un léger fond vert.	Jaune cire teinté de rose du côté du soleil.	»	»
Poids moyen établi sur cinq fruits..	220g	285g	»	65g
Acidité du jus par litre (exprimé en acide sulfurique SO^4H^2).........	2,40	3,23	0g,83	»
Cendres (par litre de jus).........	4,80	3	1,80	»
Sucre réducteur (par litre de jus).	83	101,20	»	18,20
Saccharose........	36	51,40	»	15,40
Sucre total (par litre de jus).........	119	152,60	»	33,60

Des résultats consignés dans les colonnes de ce Tableau on peut déduire :

1° Que le poids moyen des pommes récoltées sur le *Calville blanc*, greffé sur le *paradis*, est supérieur à celui des pommes de la même variété, greffée sur le *doucin*;

2° Que la proportion d'acide libre (exprimée en acide sulfurique SO^4H^2) est plus grande dans le jus des pommes récoltées sur la variété qui nous occupe, greffée sur *paradis*, que dans le jus des pommes récoltées sur cette même variété, greffée sur *doucin*;

3° Que la proportion de cendres est plus élevée dans le jus des fruits récoltés sur des arbres greffés sur *doucin* que dans le jus des fruits cueillis sur des arbres greffés sur *paradis ;*

4° Enfin, que les proportions de sucre réducteur et de saccharose sont notablement plus élevées dans les fruits du pommier de Calville blanc, greffé sur *paradis,* que dans ceux de cette même variété récoltés sur des arbres greffés sur *doucin.*

Ces nouvelles expériences confirment donc absolument celles dont nous avions fait connaître les résultats en 1897 et semblent en outre démontrer que, non seulement les pommes à couteau renferment plus de sucre total au litre de jus, que les poires, mais encore qu'elles contiennent plus de saccharose et plus d'acide libre.

ZOOLOGIE. — *Sur quelques larves de Macroures eucyphotes provenant des collections de S. A. S. le prince de Monaco.* Note de M. **H. Coutière**, présentée par E.-L. Bouvier.

Les formes larvaires dont il s'agit ont été capturées par le filet Richard à grande ouverture. Elles appartiennent aux genres *Caricyphus, Diaphoropus, Hectarthropus, Icotopus* Sp. Bate, *Thalassocaris* Stimpson, tous recueillis antérieurement, à la surface, par le *Challenger.*

J'ai montré dans une autre Note l'intérêt que présentent les *Caricyphus,* formes immatures d'Hippolytidæ : épines sus-orbitaires et cardiaque de la carapace, sternites très distincts sur les huit derniers segments du céphalothorax, papille oculaire présente, mandibules indivises, sans palpe, portant une *lacinia mobilis,* endopodite de la maxillule à deux articles, maxille avec les trois articles de la base très distincts et parfois même ceux de l'endopodite, toutes les pattes thoraciques avec un stylopodite terminal, et, sauf la cinquième, munie d'un grand exopodite; enfin, taille tout à fait insolite (jusqu'à 35^{mm}) chez une larve qui paraît si loin de la maturité sexuelle, eu égard aux caractères primitifs énumérés ci-dessus.

Or, des caractères tout à fait identiques se retrouvent dans les quatre autres genres cités plus haut, bien que les adultes correspondants, ou supposés tels, occupent dans la systématique des places très distinctes et même éloignées.

Les *Diaphoropus* sont des larves d'Alpheidæ (Lo Bianco). Celles que j'ai examinées ont les deux paires de pattes antérieures caractéristiques, sauf le carpe de la deuxième

paire non segmenté. Chez tous les Alpheidæ adultes, la mandibule est bipartite et palpigère, de sorte que celle des *Diaphoropus* doit se modifier du tout au tout. Le fait est d'autant plus à noter que bifurcation et palpe sont parfaitement visibles sur les larves au stade *zoé* et, *a fortiori*, au stade *mysis* que j'ai eu l'occasion d'étudier, venant d'éclore, chez beaucoup d'Alpheidæ. Jusqu'à présent, les *Diaphoropus* connus sont de petite taille (8^{mm}-10^{mm}).

Les *Hectarthropus* ont été rangés par Sp. Bate dans une famille spéciale dont il sera question plus loin, et dans laquelle toutes les pattes thoraciques, semblables, seraient dépourvues de pinces. C'est un caractère tout à fait illusoire dans le cas de larves, si on ne peut en suivre l'évolution. En fait, l'espèce que j'ai étudiée, très voisine de celles du *Challenger*, se trouve posséder, sauf le carpe inarticulé de la deuxième paire, les pattes thoraciques des Crevettes du genre *Nika*, de même que leur formule branchiale et leur rostre simple. Elle en diffère, il est vrai, par d'autres points (épines sus-orbitaires, épines du pléosomite V, sillons de la carapace) et correspond probablement à quelque Nikidæ inconnu. Mais tous les caractères énumérés à propos des *Caryciphus* sont présents, montrant ainsi des différences considérables avec les *Nika* adultes, surtout dans les pièces buccales. Fait très remarquable, ces caractères morphologiques ne présentent aucune différence appréciable lorsqu'on les étudie, comme j'ai pu le faire, sur des spécimens mesurant respectivement 7^{mm} et 15^{mm}.

Les *Thalassocaris* adultes possèdent des mandibules bipartites et palpigères. La larve que je rapporte à ce genre, longue de 17^{mm}, pourrait être aussi celle de quelque Pandalidæ, si, sur la deuxième paire, seule munie d'une pince, le carpe se montrait articulé au cours de mues ultérieures. Thalassocaridæ et Pandalidæ, comme l'a remarqué Ortmann, sont en effet très voisins. Je dois mettre en relief, toutefois, certains détails remarquables qui les différencient : la denticulation externe de l'écaille antennaire, présente chez les Hoplophores et les Lophogastridæ, la denticulation du bord interne, beaucoup plus rare, mais présente chez les mêmes formes (*Thal. Danæ* Bate, *Hopl. Grimaldii* H. Coutière, *Ceratolepis hamata* G. O. Sars); enfin, la denticulation latérale du rostre chez *Thal. lucida* Dana, non mentionnée par Dana, mais expressément figurée par lui, qu'on chercherait vainement chez d'autres Eucyphotes et qui est si caractéristique des *Gnathophausia*.

Les *Icotopus* ont toutes les pattes thoraciques semblables et inermes, ils sont le type de la famille des Hectarthropidæ Bate, basée sur ce caractère. La larve que j'ai examinée est la plus remarquable de celles énumérées ici en ce qu'elle dépasse 40^{mm} de longueur. A cette taille considérable, non seulement elle ne montre pas trace de glandes ou d'ouvertures génitales, mais, comparée à une larve de même espèce mesurant 10^{mm} à peine, elle montre les mêmes caractères énumérés chez les *Caricyphus*, avec seulement quelques tendances très faibles vers un état adulte. Il est à noter que les *Icotopus* diffèrent des *Thalassocaris* par un unique détail, l'absence de pince didactyle terminant la deuxième paire. On peut donc supposer que les *Icotopus* sont des Thalassocaridæ ou des Pandalidæ, à vie larvaire démesurément longue, passant à l'état adulte par quelque brusque métamorphose survenant au cours d'une mue. Mais il se peut aussi qu'ils ne possèdent vraiment jamais de pinces aux membres thoraciques, comme les *Procletes* dont Sp. Bate les rapproche à juste titre. Nous ignorons, à vrai dire si les *Procletes*, animaux bathypélagiques, sont adultes ; il y a même contradiction

entre le texte et la figure de Bate touchant l'exopodite de leur cinquième paire. Ce serait là une vérification d'un intérêt considérable, car même si les *Procletes* et les *Icotopus* perdaient finalement leurs exopodites, l'absence de pinces sur les membres thoraciques en ferait de véritables Schizopodes. J'ai montré déjà quelles singulières ressemblances on remarque entre *Procletes biangulatus* Bate et *Gnathophausia gracilis* W. Suhm.

A ce propos, je rappelle que si les *Thalassocaris* et certains Pandales n'ont de pinces que sur la deuxième paire, on n'en trouve que sur le membre correspondant aussi chez les très rares Euphausidæ qui en possèdent (*Stylocheiron*). L'apparition d'un palpe sur la mandibule, la disparition de la *lacinia mobilis*, la soudure des deux articles de l'endopodite sur la maxillule, qui caractérisent le passage à l'état adulte des larves étudiées ici, sont exactement calquées sur le développement des Euphausidæ. De même, si les cornées des *Diaphoropus*, des *Aneboçaris*, larves d'Alpheidæ, montrent une tendance si nette à la division en deux régions, il en est ainsi chez plusieurs Euphausidæ (*Nematoscelis*) et il n'est pas jusqu'à la tendance au recouvrement des ophtalmopodes (*Alpheus, Cryphiops*) qui ne se retrouve dans le développement de ces Schizopodes (*stade Calyptopis*).

On voit quels problèmes complexes soulève l'étude de ces curieuses formes larvaires d'Eucyphotes et quelles lacunes subsistent dans nos connaissances à leur endroit. On peut cependant en dégager l'existence, chez des espèces très variées et paraissant de plus en plus nombreuses, d'un mode de développement *dilaté*, caractérisé par une phase larvaire uniforme, très longue, pélagique, héritée d'ascendants Schizopodes et que termine sans doute une brusque crise génitale avec réduction probable de taille.

ZOOLOGIE. — *Sur les Isopodes de l'expédition française antarctique.* Note de Mlle **Harriet Richardson**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Remis à l'auteur de cette Note par M. le professeur Bouvier, les Crustacés isopodes recueillis dans les régions antarctiques (île Wandel, île Wiencke, baie des Flandres) par M. Jean Charcot, avec le concours de M. Turquet, ont fourni 13 espèces, dont plusieurs sont nouvelles pour la Science et ont nécessité l'établissement de quelques genres nouveaux.

Chélifères. — Le *Paratanais antarcticus* Hodgs. est très commun dans ces régions. Avec le *P. dimorphus* Bedd., l'auteur le place dans le genre nouveau *Notatanais* qui se distingue essentiellement des *Paratanais* par ses gnathopodes fort différents dans les deux sexes.

Flabellifères. — Dans ce groupe, la famille des Gnathidés a pour représentant la *Gnathia antarctica* Studer que l'auteur identifie avec la *G. polaris* Hodgs. La famille des *Ægidés* offre une espèce nouvelle, l'*Æga australis,* qui se rapproche surtout de l'*Æ. magnifica* Dana dont elle diffère par l'absence de saillie sur le propodite des pattes des trois paires antérieures, par ses antennes plus longues, l'endopodite plus large de ses uropodes et l'arrangement différent de ses taches. Les Sphéromidés ont pour représentants le *Plakarthrium punctatissimum* Pfeff. et la *Cymodocella egregria* Chilt.

A la famille des Sérolidés appartiennent la *Serolis polita* Pfeff. et une espèce nouvelle, la *S. Bouvieri.* Cette dernière se distingue de la *S. Pagenstecheri* Pfeff. par la pointe médiane beaucoup plus longue du bord antérieur de la tête, par le tubercule spiniforme du premier et du deuxième article des antennules, du deuxième et du troisième article des antennes, par la présence dans la partie postérieure de la tête de deux tubercules qui recouvrent en partie les yeux, par les angles latéro-postérieurs des segments thoraciques qui sont arrondis et épais, par la fusion dorsale médiane des deux derniers segments thoraciques et du premier abdominal, par le tubercule spiniforme saillant qui surplombe le bord antérieur de l'échancrure terminale du dernier segment de l'abdomen.

Valvifères. — La famille des Idotéidés a pour représentant une espèce nouvelle, le *Glyptonotus acutus*, espèce géante qui se distingue du *G. antarcticus* Eights par le prolongement aigu qui termine l'abdomen et l'exopodite des uropodes et par son corps qui est près de deux fois aussi long que large. Certains exemplaires sont des géants qui peuvent atteindre 10^{cm} de longueur.

Asellotes. — Dans la famille des Janiridés prennent place le *Notasellus australis* Hodgs. et l'*Ectias Turqueti,* petite espèce de 5^{mm}, cinq fois aussi longue que large, qui est le type d'un genre nouveau et d'une espèce nouvelle. La diagnose du genre *Ectias* est la suivante : tête sans rostre, à bord antérieur formant une saillie triangulaire entre la base des antennules ; yeux grands, composés, dorsalemeut situés près des bords latéraux ; antennules n'atteignant pas le cinquième article des antennes qui sont courtes et à fouet multi-articulé. Segments thoraciques subégaux; segment terminal du corps plus long que large, avec un petit lobe sur le bord postérieur. Uropodes plus courts que l'abdomen, leur endopodite ovalaire et deux fois aussi long que l'exopodite. Pattes de la première paire subchéliformes, les autres ambulatoires. A son angle interne-distal, le pédoncule des pléopodes antérieurs du mâle présente une saillie fort longue et étroite.

Somme toute, chez les Isopodes comme dans la plupart des autres groupes, la faune antarctique se distingue par la multiplicité des formes spéciales et par les dimensions titanesques de certaines d'entre elles.

Les Munnidés nous offrent de nombreux spécimens de l'*Haliacris*

australis Hodgs., et les types de deux genres nouveaux formant deux espèces nouvelles, l'*Antias Charcoti* et l'*Austrimunna antarctica*, l'une et l'autre blanches, petites, ovalaires et mesurant 3^{mm} de longueur.

Par la forme des pléopodes antérieurs du mâle, le genre *Austrimunna* se rapproche des *Paramunna* et des *Pleurogonium;* mais il diffère du premier par sa tête antérieurement dépourvue de lobes saillants et par ses uropodes simples, du second par ce dernier caractère et par la présence sur les bords latéraux de saillies pédonculiformes portant les yeux.

Quant au genre *Antias,* il est caractérisé par la diagnose suivante : corps couvert d'épines piliformes; tête prolongée en avant par deux lobes que sépare une encoche profonde; angles latéro-antérieurs prolongés en lobes étroits; antennules et antennes courtes, les premières s'étendant jusqu'au bord antérieur du premier segment thoracique, les secondes jusqu'à celui du deuxième. Les quatre premiers segments thoraciques subégaux, longs et larges; les trois derniers mesurant à peu près la moitié de la longueur des précédents et diminuant de largeur en allant vers l'abdomen; le bout postérieur de ce dernier avec un grand lobe médian arrondi. Uropodes à deux branches aussi longs que l'abdomen et assez tortueux. Pattes antérieures préhensiles et fortes, celles des six autres paires courtes et ambulatoires. Pléopodes antérieurs du mâle sans expansion ni saillie terminale.

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence du régime alimentaire sur la valeur des coefficients urologiques et sur le poids moyen de la molécule élaborée.* Note de MM. **A. Desgrez** et **J. Ayrignac**, présentée par M. Ch. Bouchard.

Les coefficients urologiques donnent des indications précieuses sur le fonctionnement des échanges nutritifs. Bien que différents auteurs aient montré que la valeur de ces rapports peut être influencée par le régime alimentaire, on ne trouve nulle part une étude systématique de cette importante question. Il en est de même pour les variations de grandeur de la molécule élaborée moyenne, notion récemment introduite en urologie par M. Bouchard. Nous nous sommes donc proposé d'établir les valeurs des coefficients urinaires et le poids moyen de la molécule élaborée qui correspondent à des régimes bien déterminés. Nos recherches ont porté sur 25 sujets ne présentant aucune lésion cliniquement décelable et maintenus dans les conditions de température et d'activité compatibles avec une ration alimentaire moyenne. Pour chaque sujet, on a attendu, avant de

commencer les analyses, que l'équilibre des échanges se produisît et que le poids demeurât constant. Puis on a fait, chaque fois, une quarantaine d'analyses dont les résultats sont consignés dans le Tableau suivant :

	Régimes.					
	I. Lacté absolu.	II. Mixte (lait, œufs, végétaux).	III. Mixte, lacto-végétarien.	IV. Mixte, faiblement carné.	V. Mixte, fortement carné.	VI. Végétarien absolu.
Coefficient azoturique $\frac{Az^u}{Az^t}$....	0,86	0,86	0,81	0,82	0,82	0,78
$\frac{\text{Acide urique } A^u}{\text{Urée } U}$.............	0,243	»	0,306	0,318	0,228	0,456
$\frac{\text{Acide phosphorique } P^2O^5}{\text{Azote total } Az^t}$....	0,218	»	0,191	0,165	0,128	0,189
$\frac{\text{Soufre total } S^t}{\text{Azote total } Az^t}$.............	0,190	»	0,195	0,187	»	0,211
$\frac{\text{Soufre oxydé } S^o}{\text{Soufre total } S^t}$.............	0,900	»	0,845	0,845	»	0,740
$\frac{\text{Soufre conjugué } S^c}{\text{Soufre total } S^t}$..........	0,085	»	0,081	0,068	»	0,143
Molécule élaborée moyenne M.	65	71	80	75	67	93

Conclusions. — 1° La composition du régime alimentaire exerce une influence marquée sur la valeur des coefficients urologiques que nous avons étudiés. La qualité de la destruction de l'albumine alimentaire atteint son maximum avec le lait et tombe à son minimum avec les végétaux.

2° Les différences du rapport $\frac{\text{acide urique}}{\text{urée}}$ dépendent, pour une part, de l'aptitude des albumines alimentaires à former de l'urée : la diminution relative de l'urée avec les végétaux élève le rapport $\frac{A^u}{U}$. Cette réserve faite, on peut tirer, de la valeur élevée de ce rapport dans le régime végétarien, un argument favorable à l'opinion de M. A. Gautier qui explique la formation d'une partie de l'acide urique par la combinaison d'un copule ternaire à 3^{at} de carbone avec 2^{mol} d'urée. Le régime végétal est, en effet, riche en radicaux hydrocarbonés, et, d'autre part, si l'excès d'acide urique provenait des nucléines, l'acide phosphorique serait augmenté parallèlement.

3° Les variations du rapport $\frac{P^2O^5}{Az^t}$ correspondent sensiblement aux proportions de phosphore minéral et organique apportées par les divers régimes.

4° La valeur maxima du rapport $\frac{S^t}{Az^t}$, qui se produit avec le régime végétal, tient à sa richesse en soufre, mais plus encore à la proportion élevée des bases minérales qui entraînent cet élément vers l'émonctoire rénal. Les variations du rapport $\frac{S^o}{S^t}$ suivent celles du rapport azoturique. Quant au soufre conjugué, il atteint son maximum avec le régime végétarien, sans doute parce que ce dernier favorise les fermentations intestinales par ses hydrocarbonés, mais surtout parce qu'il est riche en éléments aromatiques capables de se sulfo-conjuguer.

5° La moyenne des valeurs de toutes les molécules élaborées est de 75, c'est-à-dire sensiblement la valeur normale 76 déterminée directement par M. Bouchard sur des sujets recevant un régime mixte. La petitesse de la molécule élaborée avec le régime lacté constitue une nouvelle preuve de la facilité avec laquelle l'organisme utilise les albumines du lait. Comme c'est là un fait étayé d'ailleurs sur nombre d'autres preuves, notre résultat démontre, inversement, l'intérêt qui s'attache à la détermination de la molécule élaborée. Avec le régime fortement carné, la molécule 67 établit la perfection de l'élaboration des matériaux constitutifs de la viande. Ce résultat s'explique, selon nous, par l'influence stimulante des bases musculaires sur les actions diastasiques de l'organisme. Les molécules 80 et 93, obtenues avec les régimes lacté mixte et végétarien absolu, montrent l'influence considérable exercée par l'addition ou la substitution au lait du pain et des végétaux. Nous pensons que ce résultat doit être attribué à deux causes principales : c'est d'abord la formation, avec les végétaux, puis le passage dans les urines d'un certain nombre de corps azotés à noyau aromatique et de poids moléculaire élevé. Pour l'acide hippurique, $M = 179$. C'est, en outre, ce fait remarquable que l'augmentation de l'apport minéral dans un régime donné provoque un accroissement corrélatif du poids moyen de la molécule élaborée. Nous avons constaté, par exemple, qu'en passant de 17^g à 28^g par 24 heures, la matière minérale élève de 78 à 100 le poids de la molécule. On devra donc tenir compte non seulement de la composition organique du régime, mais encore de sa richesse en matières salines dans l'interprétation des résultats d'une analyse.

PHYSIOLOGIE. — *Démonstration de la fonction fibrinogénique du foie.* Note de MM. **Doyon**, **Claude Gautier** et **Albert Morel**, présentée par M. A. Dastre.

La démonstration est faite chez la Grenouille et repose sur les faits suivants :

1. L'extirpation complète du foie est compatible chez la Grenouille avec une survie de quelques jours. Nous avons constaté que le sang devient incoagulable au bout de 5 à 6 jours chez les Grenouilles privées de leur foie.

2. Si l'on saigne une Grenouille et si l'on débarrasse entièrement son système circulatoire du sang qu'il contient, pour lui substituer du sang défibriné, on constate que la fibrine est régénérée en quelques heures.

3. La régénération de la fibrine n'a pas lieu si l'animal est privé de son foie.

Conditions expérimentales : *a. Ablation du foie.* — Nos expériences ont été faites, pendant les mois de novembre, de décembre et de janvier, sur des Grenouilles conservées dans du sable propre et humide. Chaque Grenouille était opérée avec des instruments stérilisés, puis isolée dans un bocal muni d'une éponge imbibée d'eau. Les Grenouilles, les bocaux et les éponges ont été lavés tous les jours. Les sujets opérés étaient conservés au laboratoire dont la température a varié de + 10° à + 18°.

Chez la Grenouille dont le foie a été excisé le sang extrait par la section de la tête ou d'un membre peut rester indéfiniment liquide sans qu'il se forme la moindre trace de fibrine. L'incoagulabilité peut se manifester dès le cinquième jour après l'opération. Il arrive toutefois que le sang coagule, malgré l'ablation du foie; mais alors la quantité de fibrine nous a toujours paru très nettement inférieure à la quantité normale et, de plus, dans ces cas, on trouve en général, à l'autopsie, des petits lobes intacts du foie. Après l'extirpation du foie, les Grenouilles présentent presque toujours des crises tétaniques comparables à celles qui sont déterminées par la strychnine.

b. Régénération de la fibrine. — On saigne une Grenouille à blanc en lui sectionnant une patte antérieure et en ouvrant la veine abdominale. On injecte ensuite à cette Grenouille, dans la direction du cœur, par le bout supérieur de la veine abdominale, au moyen d'une seringue, du sang de Grenouille extrait auparavant et soigneusement défibriné. On lave ainsi trois ou quatre fois l'appareil circulatoire du sujet en recueillant chaque fois le sang de lavage dans des verres de montre par une nouvelle section faite à la même patte, en laissant les vaisseaux se vider le plus possible après chaque lavage. La quantité de sang injecté à chaque lavage est de 5^{cm^3}. Chaque injection, poussée lentement et d'une façon continue, dure une dizaine de minutes.

Lorsque le sang recueilli par la patte antérieure sectionnée et par le bout inférieur de la veine abdominale ne contient plus trace de fibrine, on cesse le lavage et l'on pratique une dernière injection de 5^{cm^3} de sang défibriné; puis on suture avec soin toutes les plaies. L'opération dure en général de 2 à 3 heures. L'animal se remet parfaitement. Si on le sacrifie 14 heures après l'opération par la section du cou, on constate que le sang se prend en masse et coagule absolument comme le sang d'une Grenouille normale.

Pour répéter l'expérience sur une Grenouille privée de foie, il faut, dans un premier temps, isoler, par des ligatures placées à quelque distance du pédicule vasculaire du foie, la plus grande partie des lobes latéraux et du lobe médian ventral. On saigne ensuite l'animal, on pratique des lavages et la dernière injection de la même façon que précédemment. Les injections passent très bien dans le système circulatoire. On place de nouvelles ligatures plus près du pédicule et l'on détruit ensuite le lobe médian dorsal et les bourgeons latéraux en touchant ces organes au thermocautère. Si l'on sacrifie l'animal de 14 à 24 heures après l'opération, on constate que le sang recueilli reste absolument incoagulable.

GÉOLOGIE. — *Origine et mode de formation des minerais de fer oolithique.* Note de M. Stanislas Meunier.

La lecture, dans les *Comptes rendus,* d'une Note que M. Cayeux a consacrée à l'étude microscopique du minerai de fer de Dielette ([1]) m'autorise, je crois, à faire remarquer que ce travail vient confirmer de la manière la plus complète la théorie que j'ai formulée, il y a quelques années déjà, quant à l'origine et au mode de formation du minerai de fer oolithique des formations stratifiées ([2]).

M. Cayeux, en effet, conclut de ses recherches que le minerai de Dielette « occupe la place d'éléments qui étaient certainement calcaires à l'origine »; et il ajoute : « Je puis affirmer que le minerai de Dielette procède d'un calcaire oolithique. »

Or, j'ai reconnu de mon côté, à la suite d'études variées et d'expériences sur la composition et sur la structure microscopique du minerai de fer oolithique : 1° que ce minerai se présente, sans aucun doute possible, comme le résultat de l'épigénie du calcaire oolithique; 2° que le calcaire oolithique était dérivé antérieurement d'une vase calcaire marine ordinaire, dans laquelle la circulation des eaux souterraines avait déterminé progressivement la concrétion du carbonate de chaux autour de certains

---

([1]) T. CXLII, séance du 19 mars 1906, p. 716.

([2]) *Sur l'origine et le mode de formation du fer oolithique de Lorraine* (*Comptes rendus,* t. CXXXII, séance du 21 avril 1901, p. 1008).

points de concentration avec élimination à l'état de ciment général, dans les espaces interoolithiques, des éléments non cristallisables, et spécialement argileux, du dépôt; 3° que l'épigénie de ce calcaire oolithique a été réalisée très postérieurement à la sédimentation, sous l'influence d'eaux très faiblement minéralisées par des sels de fer et par des sels d'aluminium. C'est pour cela que la limonite est toujours associée à de la bauxite qui conserve la forme des oolithes après la dissolution de tout leur fer, par l'acide chlorhydrique, par exemple.

Des expériences nombreuses m'ont permis de pénétrer dans le détail des phénomènes épigéniques, en en imitant toutes les particularités et d'expliquer, entre autres détails, comment le dépôt de fer ne s'effectue pas toujours d'une manière égale dans toute la masse de la substance calcaire. Des spécimens que je conserve à mon laboratoire montrent qu'il suffit de la plus légère variation de structure pour que les liqueurs ferrugineuses passent dans certains points sans rien précipiter, tandis qu'elles déposent au contraire, tout au voisinage, de grandes quantités de fer. On observe donc directement l'élection du fer dans certaines parties des éléments de la roche calcaire et c'est une réponse que je suis heureux de faire à une objection que m'avait opposée, avec beaucoup de bienveillance d'ailleurs, M. Alfred Lacroix dans sa *Minéralogie de la France* (t. III, p. 382).

Ces résultats sont confirmés par des séries de faits d'observation et expliquent par exemple le volume comparé des oolithes de limonite et des oolithes de calcaire dans les couches de même âge, conformément à la différence de densité des deux substances. L'aplatissement des globules ferrugineux contraste avec la sphéricité des grains calcaires, avec une éloquence décisive dans le même sens.

L'histoire de ces dépôts oolithiques n'est d'ailleurs qu'un cas particulier dans l'ensemble des épigénies ferrugineuses d'une foule de niveaux calcaires qui ont conservé les grands traits de leur texture tout en changeant intégralement de composition. Comme exemple de roches uniformément massives, on peut rappeler les couches de sanguine à Ammonites de la Voulte (Ardèche) dont le métamorphisme, qui donnerait une matière toute pareille à l'oligiste de Saint-Rémy, serait le correspondant du métamorphisme qui, selon M. Cayeux, rattache le fer de Dielette au minerai oolithique.

Les faits de ce genre nous mettent devant l'esprit des témoignages spécialement éloquents de l'incessante activité des circulations aqueuses dans les régions souterraines. A ce titre je les considère comme présentant une grande importance au point de vue de la Géologie générale et c'est pour cela que je tiens à rappeler qu'ils me préoccupent depuis très longtemps.

M. N. Slomnesco adresse une *Note relative à l'action de la caféine sur les métaux et métalloïdes.*

M. C.-A. Saltzmann adresse un *Projet de machine volante.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

La séance est levée à 4 heures et quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 mars 1906.

(Suite.)

Études de Systématique et de Géographie botaniques sur la flore du bas et du moyen Congo, par Em. de Wildeman; t. I. fasc. III, p. I-III et 213-346, planches XLIV-LXXIII. (*Annales du Musée du Congo : Botanique,* série V.) Bruxelles, 1903-1906; 1 fasc. in-f°.

Résumé météorologique de l'année 1904 *pour Genève et le Grand Saint-Bernard,* par R. Gautier. Genève, 1905; 1 fasc. in-8°.

Zur Effectberechnung von Flugvorrichtungen, von Ignaz Dickl. Vienne, 1904; 1 fasc. in-8°.

Die Berechnung achsialen Aktionsturbinen auf zeichnerischem Wege, von I. Dickl. Vienne, 1904; 1 fasc. in-8°.

Die Aetherenergie, von I. Dickl. Gratz, 1905; 1 fasc. in-8°.

Memoranda relating to the discovery of surgical anesthesia, and Dr William T.-G. Morton's relation to this event, by William-James Morton. New-York, 1905; 1 fasc. in-8°.

Die Nervosität in der Armee, von Dr M. Meyer. Vienne, 1906; 1 fasc. in-8°.

Zur Behandlung der entzündlichen Erkrankungen der oberen Harnwege, von Dr Meyer. Berlin, 1906; 1 fasc. in-8°.

Kriterien der Tod-Erkennung von Seiten des Auges, von Dr Walter Albrand; s. l. n. d. 1 fasc. in-8°.

Vérités et hypothèses philosophiques et scientifiques, par Mlle Eug. Andrès. Rome, 1906; 1 fasc. in-12.

Census of India; t. XII, B and C : *Burma,* by C.-C. Lowis, parts III and IV. Tables. Rangoon, 1905; 2 vol. in-f°.

Year-book of the Royal Society of London, 1906. Londres, Harrison et fils, 1906; 1 vol. in-8°.

Annuario della R. Accademia dei Lincei, 1906. Rome; 1 fasc. in-12.

Anuario de la Real Academia de Ciencias exactas fisicas y naturales, 1906. Madrid; 1 vol. in-18.

The almanac for 1906, by B. SURYANARIAN ROW, *issued by the Office of the Astrological Magazine Madras.* Madras; 1 fasc. in-8°.

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen an den Landesstationen in Bosnien-Hercegovina im Jahre 1901. Vienne, 1905; 1 fasc. in-4°.

Deutsches meteorologisches Jahrbuch für 1901, *Königreich Sachsen;* mit ein Vorarbeit : *Studien über Erdbodenwärme und Schneedecke,* herausgegeb. v. PAUL SCHREIBER. Chemnitz, 1905; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 MARS 1906.

L'électrométallurgie des fontes, fers et aciers, par CAMILLE MATIGNON. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1906; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. *Décades zoologiques : Oiseaux,* n° 5. Hanoï, 1906; 1 fasc. in-4°. Exemplaire n° 152. (Présenté par M. Y. Delage.)

The Selkirk range, by A.-O. WHEELER; t. I. Ottawa, Government printing Bureau, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le colonel Laussedat. Hommage de l'auteur.)

M. F. KLEIN, Correspondant de l'Institut, présente les trois fascicules suivants de l'*Encyclopédie des Sciences mathématiques pures et appliquées :* T. I, vol. 4, fasc. 1. *Calcul des probabilités. Théorie des erreurs. Applications diverses.* — T. II, vol. 1, fasc. 6. *Funktional-Gleichungen und -Operationen,* von S. PINCHERLE. — T. VI, vol. 1, fasc. 1. *Niedere Geodäsie,* von C. REINHERTZ. *Photogrammetrie,* von S. FINSTERWALDER. Leipzig, B.-G. Teubner, 1906; 3 fasc. in-8°.

Considérations sur le mécanisme d'acclimatation des levures à l'acide sulfureux, par M. EMM. POZZI-ESCOT. Paris, Jules Rousset, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Recherches sur l'action des rayons colorés dans la fermentation des raisins de cuve, par GEORGES DUCLOU, 2e édition. Bordeaux, 1905; 1 fasc. in-8°.

Mémoires et compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France; 59e année, 6e série, Bulletin n° 1, de janvier 1906. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France; année 1906, n° 1. Paris; 1 fasc. in-8°.

Expédition antarctique belge. Résultats du voyage du « S. Y. Belgica » en 1897, 1898, 1899, *sous le commandement de A. de Gerlache de Gomery. Rapports scientifiques publiés aux frais du Gouvernement belge, sous la direction de la Commission de la « Belgica ».* Anvers, J.-E. Buschmann, 1901-1905; 20 fasc. in-4°.

La fermenthérapie ou traitement des maladies par les ferments et la physiologie moderne, par MARCEL MONIER. Anvers, 1906; 1 fasc. in-8°.

Contribution à la théorie des ménisques capillaires, par G. VAN DER MENSBRUGGHE; 1re et 2e parties. Bruxelles, 1905; 2 fasc. in-8°.

La vida universal, por JULIO GARCIA ROMERO. Caceres, 1905; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 AVRIL 1906.

Matériaux d'étude topologique pour l'Algérie et la Tunisie; 6e série. (*Cahiers du Service géographique de l'Armée*, n° 23.) Paris, 1906; 1 fasc. in-8°. (Offert par le Service géographique de l'Armée.)

Mollusques provenant des dragages effectués à l'ouest de l'Afrique pendant les campagnes scientifiques de S. A. S. le Prince de Monaco, par PH. DAUTZENBERG et H. FISCHER; avec 5 planches. (*Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, Prince souverain de Monaco*, publ. sous la direction de M. JULES RICHARD, fasc. XXXII.) Imprimerie de Monaco, 1906; 1 fasc. in-4°. (Hommage de S. A. S. le Prince de Monaco.)

Note sur l'appauvrissement des sources et sur l'influence de l'hiver. Observations concernant le bassin de la Somme, par P. HOULLIER. (Extr. du *Bull. de la Soc. linn. du Nord de la France*, novembre-décembre 1905.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Détermination de la longueur de la circonférence, par le Lieutenant-Colonel P.-L. MONTEIL. Paris, E. Rey, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les pseudo-surfaces appliquées à la généralisation ou à l'amendement des diverses théories classiques issues du Calcul infinitésimal, par M. l'Abbé ISSALY. Paris, A. Hermann, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Annales de la Faculté des Sciences de Marseille; t. XV. Paris, G. Masson, 1905; une série de fascicules formant un volume non broché in-4°.

Bulletin trimestriel de la Société de l'Industrie minérale ; 4e série, t. V, 1re livraison, 1906. Saint-Étienne, 1 vol. in-8°.

Annales de Physicothérapie, publ. par J. RIVIÈRE; 1er janvier 1906. Paris; 1 fasc. in-8°.

Revue scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France, publ. par M. ERNEST OLIVIER; 19e année, 1906, 1er trimestre. Moulins, 1906; 1 fasc. in-8°.

Catalogus bogoriensis novus plantarum phanerogamarum quæ in horto botanico bogoriensi coluntur herbaceis exceptis, auctore B.-P.-G. HOCHREUTINER; fasc. I et II. (*Bulletin de l'Institut botanique de Buitenzorg*, nos 19 et 22.) Buitenzorg, 1904-1905; 2 fasc. in-4°.

Les signes régionaux, nouvelles recherches expérimentales sur la répartition de la sensibilité tactile dans les états d'attention et d'inattention, par A. MICHOTTE. Louvain-Paris, 1905; 1 vol. in-8°.

Universitaet Loeven, 1425-1834-1905. Louvain, J. van Linthout, 1905; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 19 mars 1906.)

Note de M. *A. Lacroix,* Sur les facies de variation de certaines syénites néphéliniques des îles de Los :

Page 685, lignes 18 et 19, *au lieu de* au quatrième ordre (*pantellerose*), *lisez* au cinquième ordre (*umptekose*).

Page 686, ligne 3, *au lieu de* soit à la pantellerose (4ᵉ ordre ...), *lisez* soit à l'umptekose (5ᵉ ordre ...),

Même page, ligne 9, *au lieu de* et appartenant au cinquième ordre, *lisez* , tout en appartenant aussi au cinquième ordre.

(Séance du 26 mars 1906.)

Note de MM. *Eug. Charabot* et *G. Laloue,* Formation et distribution des composés terpéniques chez l'oranger à fruits amers :

Page 798, ligne 4 en remontant, *au lieu de* fruits amers, *lisez* fruits doux.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 AVRIL 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'en raison des fêtes de Pâques la séance du lundi 16 avril est remise au mardi 17.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques problèmes de Physique mathématique se rattachant à l'équation de M. Fredholm.* Note de M. **Émile Picard**.

1. On sait avec quel succès M. Fredholm [1] a fait l'étude d'une équation fonctionnelle qui est de la plus haute importance dans divers problèmes de Physique mathématique. Cette équation, en nous bornant au cas d'une seule variable, peut s'écrire

$$\varphi(x) + \lambda \int_a^b f(x, s)\, \varphi(s)\, ds = \psi(x), \tag{1}$$

a et b sont des constantes données ainsi que λ; les fonctions $f(x, s)$ et $\psi(x)$ sont également données, et l'inconnue est la fonction $\varphi(x)$. La découverte capitale de M. Fredholm est d'avoir trouvé l'expression générale de la fonction $\varphi(x)$ sous la forme

$$\varphi(x) = \frac{P(x, \lambda)}{D(\lambda)}$$

---

[1] I. Fredholm, *Comptes rendus de l'Académie de Stockholm,* janvier 1900 et *Acta mathematica,* t. XXVII, 1903.

où, relativement à λ, P et D se présentent sous la forme de séries entières en λ convergentes pour toute valeur de λ. Les racines de l'équation

$$D(\lambda) = 0$$

donnent les valeurs *singulières* de λ, pour lesquelles l'équation (1) a une ou plusieurs solutions (non nulles) quand on met zéro dans le second membre, et M. Fredholm a fait une étude approfondie de cette équation sans second membre.

Le cas où la fonction $f(x, s)$ deviendrait infinie entre les limites de l'intégration (l'intégrale ayant bien entendu un sens) a fait l'objet, dans un cas particulier, des recherches de M. Hilbert [1] [qui a de plus donné de très importants développements en séries se rapportant à l'équation (1)] et, dans un cas plus général, des études de M. Plemelj [2].

On peut aussi considérer le cas d'une équation analogue à l'équation (1) de la forme

$$(2) \qquad \varphi(x, y) + \lambda \int\int f(x, y; u, v) \varphi(u, v)\, du\, dv = \psi(x, y),$$

f et ψ étant des fonctions données, et l'intégrale double étant étendue à une aire donnée du plan (u, v). Cette généralisation est immédiate.

2. Venant d'étudier ces questions dans mon cours, je me propose simplement ici de faire quelques remarques et d'indiquer deux problèmes de Physique mathématique se rattachant à des équations du type de l'équation (2).

Tout d'abord, les problèmes tant intérieurs qu'extérieurs (dans l'espace à trois dimensions) relatifs aux fonctions harmoniques, quand on se donne soit la fonction, soit la dérivée dans le sens de la normale, se ramènent aux deux équations que nous allons indiquer. Désignons par S une surface fermée, et soit m un point de la surface; appelons de plus r la distance de m à l'élément variable $d\sigma$ de S, et φ l'angle que fait r avec la normale (intérieure) à S en $d\sigma$, tandis que ψ désignera l'angle de r avec la normale (intérieure) en m. Nous avons ici à considérer les équations fonctionnelles,

---

(1) D. Hilbert, *Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*, 1904 et 1905.

(2) J. Plemelj, *Monatshefte für Mathematik und Physik*, XV. Jahrg.

analogues à (2), dont les premiers membres sont respectivement

$$(3) \qquad \rho + \lambda \int\int \rho \frac{\cos\varphi}{2\pi r^2} d\sigma,$$

$$(4) \qquad \rho + \lambda \int\int \rho \frac{\cos\psi}{2\pi r^2} d\sigma,$$

ρ étant la fonction inconnue des paramètres fixant la position d'un point de S.

Les deux équations fonctionnelles sont, en général, différentes; mais on peut montrer facilement que les valeurs *singulières* de λ sont les mêmes pour l'une et l'autre.

Dans le cas d'une surface sphérique S, les équations sont évidemment les mêmes ($\varphi = \psi$); en supposant la sphère de rayon *un*, on a, comme valeurs singulières,

$$\lambda = -(2n+1),$$

n étant un entier positif ou nul. De plus, pour la valeur singulière $-(2n+1)$, l'équation sans second membre

$$\rho - (2n+1) \int\int \rho \frac{\cos\varphi}{2\pi r^2} d\sigma = 0$$

a, comme solutions distinctes en ρ, les $2n+1$ fonctions Y_n de Laplace correspondant à l'entier n.

3. Les remarques qui précèdent trouvent leur application dans le problème de l'aimantation par influence pour un corps parfaitement doux limité par une surface S. Ce problème revient, d'après la théorie de Poisson, à trouver une fonction $V(x, y, z)$ de la nature d'un potentiel à l'infini, continue dans tout l'espace, harmonique à l'intérieur et à l'extérieur de S, et telle que, pour tout point m de S, on ait

$$(1 + 4\pi k) \frac{dV}{dn} - \frac{dV'}{dn}$$

égale à une fonction connue du point m. La direction n se rapporte à la normale intérieure à S et les dérivées $\frac{dV}{dn}$ et $\frac{dV'}{dn}$ sont les dérivées de V prises dans cette direction, la première en un point de mn infiniment voisin de m à l'intérieur de S et la seconde en un point à l'extérieur. Quant à k, c'est le coefficient d'aimantation, positif si le corps doux est paramagnétique, et négatif pour un corps diamagnétique.

On peut représenter V par un potentiel de simple couche étendue sur S, la densité ρ de cette couche satisfaisant à l'équation fonctionnelle

$$\rho - \frac{2\pi k}{1+2\pi k}\int\int \rho \frac{\cos\psi}{2\pi r^2}\,d\sigma = \text{fonction donnée sur S.}$$

C'est une équation correspondant au type (4) du paragraphe précédent. Pour k positif, l'équation a certainement une solution et une seule. Il peut en être autrement si k est négatif. Par exemple, si S est une surface sphérique de rayon *un*, on aura les valeurs singulières de k correspondant à

$$2\pi k = -\left(1 + \frac{1}{2n}\right),$$

où n est un entier positif. La théorie de l'aimantation n'est sans doute pas applicable à de tels corps diamagnétiques, s'il en existe.

4. Une équation d'une forme différente va nous être fournie par un problème de la théorie analytique de la chaleur. Il s'agit d'un corps en équilibre de température avec rayonnement. En désignant par V la température, cette fonction V est harmonique à l'intérieur du corps et l'on a sur sa surface S

$$-\left(\frac{dV}{dn}\right) = k(V_e - V),$$

k étant un coefficient positif et V_e étant une fonction, donnée sur la surface, représentant en chaque point de celle-ci la température extérieure. Nous avons donc à trouver une fonction harmonique V telle que sur S

$$kV - \frac{dV}{dn}$$

soit égale à une fonction donnée.

Cherchons encore à exprimer V par un potentiel de simple couche de densité ρ. L'équation précédente reviendra à trouver la fonction ρ satisfaisant à l'équation fonctionnelle rentrant toujours dans le type (2)

$$\rho + \int\int \rho\left(\frac{k}{2\pi r} - \frac{\cos\psi}{2\pi r^2}\right)d\sigma = \text{fonction donnée sur S.}$$

Pour $k > 0$, cette équation a une solution et une seule. Pour certaines valeurs négatives de k (ce qui n'a d'ailleurs qu'un intérêt analytique), l'équation sans second membre aura des solutions autres que $\rho = 0$. Par

exemple, dans le cas de la sphère de rayon *un*, il en sera ainsi pour

$$k = -n,$$

n étant un entier positif ou nul et pour ces valeurs seulement.

Nous avons supposé que k était constant, mais la méthode s'applique également si k est une fonction positive sur la surface S.

CHRONOMÉTRIE. — *Sur un moyen de contrôler un système d'horloges synchronisées électriquement.* Note de M. G. **Bigourdan**.

Considérons un certain nombre d'horloges dispersées et synchronisées électriquement par une pendule directrice, ainsi que cela a lieu, par exemple, à Paris : chaque horloge synchronisée forme ce qu'on appelle un *centre horaire*.

Dans ce système, tous les centres horaires sont placés sur un circuit électrique et maintenus à l'heure par un courant que lance, à chaque seconde, la pendule directrice; par ce moyen, celle-ci oblige les centres horaires à la suivre exactement, de sorte que, lorsque le fonctionnement est bon, tous ces centres marquent constamment la même seconde que l'horloge directrice quand, une première fois, ils ont été mis d'accord avec elle.

Les causes de dérangement sont les suivantes :

1° Un centre horaire considéré n'obéit pas au courant synchronisateur et cesse de marcher d'accord avec la pendule directrice (1);

2° Le circuit de synchronisation est coupé et, par suite, chaque centre horaire prend une marche indépendante;

3° L'horloge directrice cesse de marcher;

4° L'horloge directrice cesse d'être à l'heure exacte.

Le moyen de contrôle qui va être indiqué est destiné à avertir du mauvais fonctionnement du système dans les trois premiers cas; l'avertissement est donné à côté de chaque centre horaire, de manière à prévenir que l'heure de ce centre ne mérite pas toute confiance.

Pour cela, dans le circuit synchronisateur installons, à côté de chaque centre horaire, un galvanoscope dont l'aiguille aimantée sera déviée à chaque passage du courant, c'est-à-dire à chaque seconde : cette aiguille aimantée reproduit chaque battement de seconde de la pendule directrice,

(1) Il n'y a évidemment pas lieu d'examiner le cas où le centre horaire est arrêté.

de sorte que, si elle numérotait les secondes, elle pourrait remplacer le cadran du centre horaire correspondant. Or il est facile de lui faire marquer au moins une seconde déterminée de chaque minute.

Pour cela, supprimons une émission du courant synchronisateur à la seconde *zéro* par exemple de la pendule directrice et voyons ce qui se passera dans chacun des quatre cas énumérés ci-dessus.

Si le centre horaire considéré est d'accord avec la pendule directrice, à chaque seconde *zéro* de ce centre horaire l'aiguille aimantée restera immobile, et alors seulement. Mais si ce centre est, par exemple, en avance de 3 secondes sur la pendule directrice, c'est à la troisième seconde de ce centre horaire que l'aiguille aimantée restera immobile, et l'on sera ainsi prévenu de cette avance. De même s'il y avait retard. Il est d'ailleurs évident que l'avance ou le retard ne devra pas dépasser quelques secondes pour que ce moyen de contrôle soit efficace.

Si le courant synchronisateur est coupé, la boussole restera immobile; elle restera immobile encore si l'horloge directrice cesse de marcher : dans ces deux cas on sera prévenu encore que le centre horaire peut n'être pas à l'heure.

La manière de réaliser pratiquement ce système variera avec la disposition employée pour émettre à chaque seconde le courant synchronisateur. Si, comme cela est fréquent, cette émission est produite par une roue de 60 dents montée sur l'axe de secondes de la pendule directrice, il suffira d'abattre une de ces dents et de lui faire correspondre la seconde zéro.

Si l'émission est produite par le balancier, par exemple au moyen de ce qu'on appelle souvent des *contacts Bréguet*, on pourra ou les faire soulever mécaniquement par l'horloge, ou couper le courant à chaque minute, ce qui ne saurait présenter de difficulté.

Ce procédé, qui revient à un transport instantané de la pendule directrice à côté de chaque centre horaire, est donc facile à réaliser; en outre, il serait efficace dans l'immense majorité des cas, puisqu'il est tout à fait rare que la pendule directrice ne soit pas bien maintenue à l'heure exacte.

ASTRONOMIE. — *Présentation d'un fascicule du « Catalogue photographique du Ciel » de l'Observatoire de Toulouse;* par M. **Lœwy**.

Ce document renferme les coordonnées rectilignes de toutes les images stellaires des divers clichés pris en vue de la détermination de la parallaxe solaire au moyen de la planète Éros. M. Baillaud, Directeur de l'Observatoire, fait connaître la part prise par ses collaborateurs à cette publication. La direction des travaux de mesures et de réductions a été confiée à

M. Bourget, astronome-adjoint et l'exploration photographique du Ciel à M. Montangerand qui, pendant quatre mois, a consacré toutes les belles nuits à cette tâche et a réalisé une centaine de clichés.

M. Bourget, dans l'Introduction rédigée par lui, fournit des renseignements intéressants sur les modes d'opération employés et sur toutes les précautions prises pour entourer cette étude des garanties d'exactitude nécessaires.

M. Baillaud rend un hommage mérité à ses collaborateurs pour le zèle et l'activité qu'ils ont déployés en cette circonstance. Grâce à ces travaux, l'Observatoire de Toulouse a pu fournir une contribution très utile à l'œuvre internationale concernant une nouvelle détermination précise de la distance du Soleil à la Terre.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure publiée par l'Association internationale des Académies : *Vorbericht für die am* 30. *Mai* 1906 *zu Wien beginnende Zusammentretung des Ausschusses.*

2° Plusieurs brochures de M. O. Lehmann, relatives aux cristaux liquides et accompagnées de 29 photographies exécutées par l'auteur, qui en fait hommage à la bibliothèque de l'Institut. (Présenté par M. de Lapparent.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations des systèmes d'équations aux dérivées partielles du second ordre.* Note de M. J. Clairin, présentée par M. Appell.

Étant donnés deux systèmes (E) et (E′) d'éléments du premier ordre dans l'espace à $n+1$ dimensions, nous désignerons, suivant l'usage, par $x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_1, p_2, \ldots, p_n$ les coordonnées d'un élément du premier système et par $x'_1, x'_2, \ldots, x'_n, z', p'_1, p'_2, \ldots, p'_n$ celles d'un élément du second.

Imaginons que ces $4n+2$ quantités satisfassent à $n+\alpha+1$ équations ($\alpha \leqq n$) telles qu'à un élément (E) corresponde une multiplicité

de $\infty^{n-\alpha}$ éléments unis (E'). On peut, sans restreindre la généralité, supposer que ce système d'équations soit mis sous la forme

$$(1)\qquad \begin{cases} x'_\rho = f_\rho\,(x_i, z, p_j;\, x'_\sigma), \\ z' = f\,(x_i, z, p_j;\, x'_\sigma), \\ p'_k = \varphi_k(x_i, z, p_j;\, x'_\sigma) \end{cases}$$

$$(i, j, k = 1, 2, \ldots, n;\ \rho = 1, 2, \ldots, \alpha;\ \sigma = \alpha+1, \alpha+2, \ldots, n),$$

les fonctions précédentes satisfaisant aux conditions

$$\varphi_\sigma = \frac{\partial f}{\partial x'_\sigma} - \sum_{\rho=1}^{\alpha} \varphi_\rho \frac{\partial f_\rho}{\partial x'_\sigma}.$$

Proposons-nous de chercher dans quels cas la transformation définie par les équations (1) fera correspondre à une surface (S) engendrée par les éléments (E) une surface (S') engendrée par les éléments (E'). En remplaçant dans l'équation

$$dz' - \sum_{k=1}^{n} p'_k\, dx'_k = 0,$$

$x'_1, x'_2, \ldots, x'_n, z', p'_1, p'_2, \ldots, p'_n$ ainsi que les différentielles par les expressions que fournissent les équations (1) et en annulant les coefficients de $dx_1, dx_2, \ldots, dx_n$ on trouve, sans difficulté,

$$(2)\qquad \frac{df}{dx_i} - \sum_{\rho=1}^{\alpha} \varphi_\rho \frac{df_\rho}{dx_i} = 0$$

$$(i = 1, 2, \ldots, n),$$

$\frac{df}{dx_i}, \frac{df_\rho}{dx_i}$ désignant les dérivées prises par rapport à x_i de f et de f_ρ considérées comme des fonctions composées, $z, p_1, p_2, \ldots, p_n$ étant les fonctions intermédiaires.

Il suffit d'éliminer $x'_{\alpha+1}, \ldots, x'_n$ entre les équations (2) pour trouver un système (ε) de α équations aux dérivées partielles du second ordre qui possède un système de caractéristiques linéaires du premier ordre dépendant de $n-\alpha$ fonctions arbitraires d'une variable. Les équations (ε) peuvent admettre des intégrales dépendant de fonctions ou de constantes arbitraires; elles peuvent également être incompatibles, c'est-à-dire qu'il n'existe pas toujours des surfaces (S) auxquelles correspondent des surfaces (S') lorsque α est supérieur à l'unité.

Si les équations (1) font correspondre à un élément (E') une multiplicité de $\infty^{n-\alpha}$ éléments (E) unis, les surfaces (S') transformées des surfaces (S) sont les intégrales d'un système d'équations aux dérivées partielles du second ordre analogue à (ε). On voit ainsi que, sous certaines conditions, les équations (1) définissent une transformation des intégrales d'un système d'équations aux dérivées partielles du second ordre en les intégrales d'un autre système semblable, ces intégrales se correspondant une à une.

Considérons spécialement le cas de l'espace à trois dimensions ($n=2$), α ne peut prendre que les valeurs un ou deux. Lorsque α est égal à l'unité, les équations (1) définissent une transformation de Bäcklund de première espèce. Lorsque α est égal à deux, les équations données, que l'on peut écrire [1]

$$(3)\left\{\begin{array}{l} x'=f_1(x,y,z,p,q), \quad y'=f_2(x,y,z,p,q), \quad z'=f(x,y,z,p,q), \\ \qquad p'=\varphi_1(x,y,z,p,q), \quad q'=\varphi_2(x,y,z,p,q), \end{array}\right.$$

font correspondre à un élément (E) un élément (E'), et réciproquement; elles font également correspondre, en général, aux intégrales d'un certain système de deux équations aux dérivées partielles du second ordre

$$(4)\qquad \left\{\begin{array}{l} r+m(x,y,z,p,q)s+\mathrm{M}(x,y,z,p,q)=0, \\ s+m(x,y,z,p,q)t+\mathrm{N}(x,y,z,p,q)=0, \end{array}\right.$$

celles d'un autre système

$$(5)\qquad \left\{\begin{array}{l} r'+m'(x',y',z',p',q')s'+\mathrm{M}'(x',y',z',p',q')=0, \\ s'+m'(x',y',z',p',q')t'+\mathrm{N}'(x',y',z',p',q')=0. \end{array}\right.$$

Si l'un de ces systèmes est composé de deux équations en involution, il en est de même de l'autre. On démontre facilement dans ce cas l'existence de transformations de contact permettant de passer des équations (4) aux équations (5), mais la transformation (3) constitue un exemple intéressant de transformations qui ne s'appliquent qu'aux surfaces intégrales d'un système d'équations aux dérivées partielles et qui remplacent deux surfaces tangentes par deux surfaces également tangentes [2]. Il est d'ailleurs aisé de voir que l'on peut appliquer de telles transformations à un système quelconque de la forme (4).

---

(1) Dans ce qui suit j'emploie les notations de Monge.

(2) M. Bäcklund a consacré à l'étude de ces transformations des Mémoires intéressants publiés dans les *Mathematische Annalen*.

PHYSIQUE. — *Dichroïsme, biréfringence et conductibilité de lames métalliques minces obtenues par pulvérisation cathodique.* Note de M. **Ch. Maurain**, présentée par M. Mascart.

Les lames métalliques qu'on obtient par pulvérisation cathodique dans certaines conditions sont anisotropes. Plusieurs physiciens ont étudié la biréfringence des dépôts ainsi formés sur des lames placées en face de l'extrémité d'une cathode filiforme ([1]).

J'ai préparé dans des conditions que j'indiquerai plus loin des lames métalliques qui ont la propriété remarquable d'être très fortement dichroïques; de plus, leur conductibilité électrique varie avec la direction; les directions de conductibilité maximum et minimum coïncident respectivement avec les directions des vibrations lumineuses les plus et les moins absorbées (en supposant que, dans la lumière polarisée, les vibrations sont normales au plan de polarisation); enfin ces lames sont biréfringentes et les sections principales coïncident avec les deux directions déjà définies par le dichroïsme et la conductibilité.

Un premier procédé consiste à employer une cathode circulaire plane formant un dépôt sur des lames de verre placées latéralement et normales à la cathode; ces lames sont ainsi substituées, en somme, aux parois du tube à vide cylindrique, où la cathode plane est disposée suivant une section droite. Parmi les lames ainsi préparées, les plus fortement dichroïques sont celles de bismuth; pour neuf lames de bismuth d'épaisseurs différentes, le rapport des intensités transmises pour les vibrations parallèles respectivement aux directions de plus grande et de plus faible absorption, a varié entre 0,89 et 0,52; ces lames sont fortement biréfringentes, font réapparaître avec éclat la lumière quand on les place entre deux nicols à l'extinction, et donnent à la bilame de Bravais des différences de teinte très accentuées; il est bon de déterminer d'abord par ces procédés les sections principales de la biréfringence; on mesure ensuite le dichroïsme dans ces directions, par une méthode photométrique où la biréfringence ne peut intervenir, et l'on constate que le dichroïsme dans des directions rectangulaires à 45° des précédentes est insensible; on voit facilement, avec le polariscope à franges de Savart, que la lumière qui a traversé ces lames est partiellement polarisée, et l'on peut retrouver ainsi les directions du dichroïsme; enfin, pour celles de ces lames (six) pour lesquelles des mesures de conductibilité ont été possibles, la conductibilité dans la direction de plus grande absorption a été trouvée beaucoup plus grande que dans la direction de plus faible absorption (je donnerai des exemples plus loin).

([1]) Kundt, *Wied. Ann.*, t. XXVII, 1886, p. 59; Dessau, *Wied. Ann.*, t. XXIX, 1886, p. 353; Kæmpe, *Ann. d. Physik,* t. XVI, 1905, p. 308.

Ces lames ont de 2^{cm} à 3^{cm} de largeur dans la direction qui était parallèle à la surface de la cathode; les directions principales définies par les trois propriétés étudiées ne sont pas les mêmes en tous les points des lames : dans la partie centrale, sur la plus grande partie de la largeur, elles sont parallèle et perpendiculaire à la surface de la cathode, la direction de plus grande absorption étant parallèle à cette surface; sur les bords les directions principales s'inclinent, en sens inverse de part et d'autre. Le dichroïsme spécifique n'est d'ailleurs pas le même en tous les points; il est certainement plus faible pour les points de la lame qui étaient les plus rapprochés de la cathode que pour ceux qui en étaient éloignés, et où l'épaisseur du dépôt métallique est d'ailleurs plus faible; cette variation des propriétés spécifiques est décelée aussi, avec le même sens, par les mesures de conductibilité; on trouve par exemple, pour la partie centrale d'une lame : en une région qui était assez rapprochée de la cathode, résistance d'un carré d'environ 9^{mm} de côté, parallèlement à la direction de plus grande absorption $133^{ohms},5$; parallèlement à la direction de plus faible absorption 157^{ohms}, rapport 0,8; en une région qui était un peu plus éloignée de la cathode, 216,5 et 308, rapport 0,703; en une région plus éloignée, 572 et 1203, rapport 0,475.

Quatre lames d'or préparées dans les mêmes conditions présentent les mêmes propriétés, moins accentuées : les rapports mesurant le dichroïsme ne descendent pas au-dessous de 0,9; la conductibilité dans la direction de plus grande absorption a été trouvée jusqu'à deux à trois fois plus grande que dans la direction perpendiculaire; enfin la biréfringence est très faible et en certains endroits insensible.

Un autre procédé de préparation de lames dichroïques consiste à recevoir simplement le dépôt sur une lame de verre placée parallèlement à la cathode plane, mais en disposant le tube entre les pièces polaires d'un électro-aimant donnant un champ de quelques centaines de gauss dont les lignes de force sont parallèles aux surfaces de la cathode et de la lame. Parmi les lames préparées dans ces conditions, ce sont celles de nickel qui présentent le plus fort dichroïsme, mesuré par des rapports descendant jusqu'à 0,65; les lames de nickel les plus dichroïques sont aussi les plus fortement biréfringentes et les axes de la biréfringence coïncident avec ceux du dichroïsme; enfin la conductibilité est encore la plus grande dans la direction de plus grande absorption; le rapport des conductibilités minimum et maximum est moins accentué que pour les lames dont j'ai parlé plus haut, mais descend cependant jusqu'à 0,68. Les directions principales ne sont pas les mêmes aux différents points des lames; dans la partie centrale des dépôts la direction de plus grande absorption est celle qui était parallèle au champ magnétique.

Ces résultats donnent ainsi pour des métaux des exemples d'anisotropie constatée par plusieurs procédés; la relation entre le dichroïsme et l'absorption est bien conforme aux conséquences de la théorie électromagnétique de la lumière.

Je n'ai parlé que des métaux avec lesquels j'ai fait un assez grand nombre d'expériences dans des conditions déterminées; j'ai aussi expérimenté sur d'autres métaux en variant les conditions, en particulier avec l'intention d'éclairer le rôle des champs électrique et magnétique du tube à décharge et des champs étrangers dans la détermination de la dissymétrie des lames.

J'ai beaucoup à remercier M. A. Cotton, qui a bien voulu observer d'abord avec ses propres appareils quelques-unes des lames et m'a donné de nombreux renseignements sur les montages optiques les plus favorables à l'étude du dichroïsme.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Osmose gazeuse à travers une membrane colloïdale*. Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. Lippmann.

Il était intéressant de savoir comment une membrane colloïdale, devenue imperméable par la dessiccation, se comporterait si le CO^2 qui l'affecte par sa surface interne (1) arrivait sous pression (2). En faisant barboter ce gaz à sa sortie dans un bocal d'acide sulfurique, nous relevons, sur un manomètre à pétrole, les pressions en millimètres et nous pesons d'autre part le gaz absorbé.

Les expériences duraient 30 minutes :

Pressions............	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
CO^2 absorbé en millig.	0	0	0	0	0	0	1,4	4,7	5,8	5,9	6	6,1	6,2	6,4	6,7	7,2	7,6

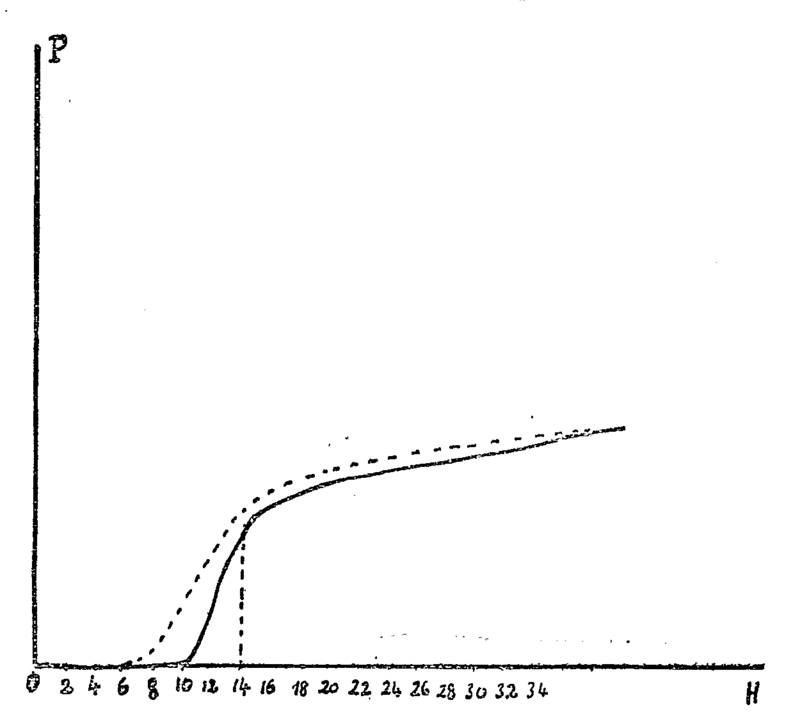
La courbe ci-dessous résume le phénomène; on voit un ressaut brusque entre les pressions 12 et 14, et à partir de là l'osmose croît avec la pression. Il est indispensable que les expériences se suivent sans interruption.

Si nous faisons décroître la pression de 32 à 0, nous aurons la courbe en pointillé;

(1) Il est bien entendu que c'est la surface interne de la vessie (blague à tabac) telle qu'on la livre et telle que nous la disposons dans notre appareil.

(2) La pression, du fait qu'elle modifie la porosité, serait peu intéressante à considérer, n'eût été la limite d'imperméabilité qu'elle permet de fixer.

les quantités diffusées seront un peu plus grandes que celles de la série précédente. La membrane possède un rôle propre qui grandit à mesure que la pression diminue. On peut mettre ce rôle mieux en évidence de la façon suivante : faire six expériences successives de 30 minutes avec la pression 32; on aura : 2^{mg}; 3^{mg}; 3^{mg},8; 4^{mg},6; 5^{mg},2; 6^{mg},1 et 7^{mg},5. Saturer la membrane de CO^2 bien sec, pendant 4 heures, et sous ladite



pression; les chiffres seront aussitôt de 5^{mg},2; 6^{mg},3; 7^{mg},4. En sorte que l'osmose est ici subordonnée à une condensation préalable du gaz pour la membrane, à la formation d'une surface gazeuse qui tend à régulariser le phénomène. Enfin, il semble y avoir une action mécanique de la part de CO^2, attendu que sans pression il ne donnerait pas, avec le septum, une *solution solide* et cela quelle que soit la durée de l'expérience.

Une membrane analogue, de surface double et parfaitement desséchée, fut soumise dans un bocal à un courant de CO^2 sous la pression de 40^{mm} de pétrole, et durant 24 heures. Après l'avoir agitée ensuite dans l'air pur, il nous a été possible d'en extraire 30^{mg},5 de CO^2 au moyen de la trompe à mercure.

Enfin, modifiant le dispositif de notre appareil pour que la membrane présente tour à tour chacune de ses deux faces au courant de CO^2, et faisant arriver ce dernier tantôt dans le récipient inférieur, tantôt sous la

cloche supérieure, nous eûmes des résultats dont le sens est celui-ci :

Le CO^2 étant dessous, la face interne de la membrane est imperméable, ainsi qu'on l'a vu plus haut. Mais la face externe est légèrement perméable : $1^{mg},2$ à $1^{mg},4$ en 45 minutes.

Le CO^2 étant dessus, la face interne de la membrane laisse diffuser de $1^{mg},6$ à $2^{mg},5$ en 45 minutes, et la face externe de 4^{mg} à 6^{mg}.

Si une telle différence quantitative ne devait être attribuée qu'à la densité du CO^2, il n'en resterait pas moins que les deux surfaces de la membrane [1] n'offrent aucune symétrie et, de même que dans la diffusion des liquides (Matteucci), jouent un rôle qualitatif.

Nous verrons s'il en est de même avec d'autres gaz.

On peut, en attendant, conclure que l'osmose gazeuse à travers le tissu employé ne se conforme ni aux lois expérimentales de Graham et Bunsen, ni aux théories de Stefan et O. Meyer. C'est aussi à tort que, depuis Valentin et Brunner, on a voulu définir une loi quelconque pour comprendre les échanges respiratoires.

PHYSIQUE. — *Sur les variations des bandes d'absorption d'un cristal dans un champ magnétique.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. Poincaré.

J'ai montré dans une Note précédente [2] que les bandes d'absorption du xénotime sont modifiées par un champ magnétique. Les résultats exposés étaient relatifs aux phénomènes observés normalement au champ.

Lorsqu'on dirige le rayon lumineux suivant les lignes de force, deux cas se présentent suivant que l'axe optique du cristal est parallèle ou est perpendiculaire aux lignes de force.

L'axe étant perpendiculaire au champ, on retrouve pour la vibration absorbée ordinaire normale au champ et à l'axe optique et pour la vibration extraordinaire orientée normalement au champ des modifications identiques à celles décrites précédemment.

Dans le cas où l'axe optique est dirigé suivant les lignes de force, le spectre ordinaire est seul visible. Lorsqu'on excite le champ magnétique

---

(1) Les résultats ci-dessus ont été vérifiés sur trois membranes du même ordre.

(2) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, 26 mars 1906.

on observe une diffusion des bords de toutes les bandes, et pour la bande de longueur d'onde 522,14 un dédoublement considérable, chacune des composantes étant beaucoup plus faible que la bande primitive.

Si nous analysons au moyen d'un nicol la lumière sortant du cristal, nous observons les phénomènes suivants : l'axe optique étant sensiblement parallèle aux lignes de force, l'intensité des deux composantes reste constante quelle que soit l'orientation du nicol; mais, si l'on incline l'axe de quelques degrés sur la direction des lignes de force on constate que, pour deux positions A et B symétriques, indépendantes de l'intensité du champ, mais dépendant de l'épaisseur du cristal, les composantes sont *polarisées rectilignement* dans deux directions perpendiculaires entre elles, indépendantes de l'intensité du champ et tournant de 90° quand on change le sens du champ.

Un très léger déplacement au delà des positions A et B fait cesser cet état de polarisation et l'orientation du nicol est de nouveau sans influence sur l'intensité des deux composantes; cependant au voisinage immédiat des positions A et B on observe une polarisation partielle des deux composantes. Ces phénomènes sont particulièrement bien visibles avec la bande 522,14, mais ils se produisent pour toutes les bandes à peu près en même temps.

Analysons maintenant la lumière en disposant entre le cristal et la fente une lame quart d'onde suivie d'un rhomboèdre de spath permettant d'obtenir dans l'oculaire deux plages contiguës et d'analyser à la fois deux vibrations circulaires inverses. En excitant le champ magnétique on voit chaque bande se déplacer dans des sens opposés dans les deux plages en conservant (exception faite pour les bandes 654,28 et 657,19) la même largeur et la même intensité. Les deux composantes sont polarisées circulairement en des sens opposés.

Les vibrations circulaires de même sens ne sont pas toutes déplacées du même côté; en particulier pour la bande 522,14 dont le doublet atteint à peu près dans un champ de 30000 unités l'écartement des raies D, l'effet se produit *en sens contraire* du sens observé jusqu'ici dans toutes les manifestations du phénomène de Zeeman. Le sens a été vérifié par comparaison directe avec les déplacements des raies D.

En inclinant légèrement l'axe du cristal de manière à atteindre l'une des deux positions A et B où la vibration est polarisée rectilignement, on voit presque subitement dans chacune des deux plages la bande déplacée devenir moins intense, et en même temps une deuxième composante apparaît placée symétriquement par rapport à la bande primitive. Quand on a dépassé la position A ou B, les deux composantes dans chaque plage deviennent égales et ne se modifient nullement lorsqu'on tourne le quart d'onde dans toutes les directions.

Le Tableau suivant résume les observations dans un champ évalué à 22800 unités C. G. S. Les bandes sont désignées par la longueur d'onde de leur milieu. Le mot *inverse* correspond au sens contraire à l'effet Zeeman.

I. — Axe parallèle au champ.			II. — Axe normal au champ.		
	Écartement des doublets.		Spectre ordinaire.	Spectre extraordinaire.	
λ (ordinaire).	μμ			λ (extraordinaire).	
520,59	0,07	Inverse.	Doublet dissymétrique. Écart, 0,19.	520,59	Doublet dissym. Écart, 0,22.
521,15	»	»	Se confond avec la précédente.	522,01	Ne change pas.
521,57	»	»	Léger élargissement.	523,72	S'élargit de ± 0,03.
522,14	0,34	»	S'étale du côté violet de 0,05.	525,12	S'élargit ± 0,13.
523,64	0,07	»	S'élargit.	526,77	Ne change pas.
524,18	»	»		642,39	»
524,57	»	»	Se déplace vers le violet.	643,59	»
525,12	0,14		S'affaiblit considérablement.	646,59	»
650,49	0,15	Inverse.	Doublet. Écart. 0,23.	654,23	S'étale vers le violet de 0,02.
652,29	0,18		Doublet. Écart. 0,27.	656,28	
653,71	0,09		S'étale légèrement vers le rouge.	657,34	S'étale vers le rouge de 0,02.
654,28	0,11	Inverse. Compos. inég.			
656,35	0,25		Doublet dissymétrique.		
657,19	0,09	Inverse. Doubl. dissym.			
658,20	0,09	Inverse.	Devient moins intense.		

Les changements observés en inclinant légèrement l'axe sur la direction des lignes de force semblent une conséquence de la biréfringence du cristal dans le voisinage de l'axe.

Un fait remarquable est la variabilité du sens dans lequel le champ magnétique déplace des vibrations circulaires de même sens. Ce phénomène pourrait être dû à des variations non seulement dans l'intensité, mais même dans le sens du champ magnétique à l'intérieur de certains atomes; il semble plus vraisemblable d'expliquer le phénomène en admettant que certaines bandes correspondent à des vibrations d'*électrons positifs*, non observés jusqu'à présent dans les phénomènes magnéto-optiques.

PHYSIQUE. — *Sur la production des vides élevés à l'aide de l'air liquide.* Note de MM. **Georges Claude** et **René-J. Lévy**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie un appareil combiné en vue d'utiliser pratiquement à la production des vides extrêmes la remarquable propriété signalée par Dewar, c'est-à-dire l'absorption énergique des gaz par le charbon à la température de l'air liquide.

En principe notre procédé consiste à faire le vide en plusieurs stades;

un vide partiel est fait avec une pompe ou trompe dans l'enceinte à vider et dans deux ou plusieurs récipients à air liquide; la pompe est alors mise hors circuit et un des récipients est immergé dans l'air liquide; on fait ainsi dans l'enceinte à vider et dans les autres récipients à charbon un nouveau vide sur le vide partiel déjà réalisé. Le récipient à charbon est alors mis hors circuit, puis un deuxième récipient est immergé dans l'air liquide et fait un vide encore plus parfait sur l'enceinte et les récipients à charbon restants. Il est ensuite mis hors circuit et remplacé par un troisième récipient et ainsi de suite.

En pratique, deux récipients à charbon suffisent pour aller aux plus hauts vides actuellement réalisables.

En outre, à partir du moment où ils sont immergés dans l'air liquide, les récipients à charbon respectifs, mis en communication avec de nouvelles enceintes à vider, puis mis hors circuit dans l'ordre des phénomènes, sont susceptibles de répéter un grand nombre d'absorptions venant chacune jusqu'au degré de vide qu'ils déterminent dans la première opération; chacune de ces nouvelles opérations en effet se traduit par l'absorption d'un poids de gaz extrêmement minime et tout à fait incapable de modifier la tension résiduelle des gaz. En outre, ces absorptions successives, se faisant à l'aide de charbon dont toutes les molécules sont refroidies, donc en activité, pourront se succéder très rapidement et sans pertes sensibles d'air liquide, ce qui est essentiel au point de vue pratique.

L'appareil doit simplement être conçu de telle sorte que les mises en circuit et hors circuit des récipients successifs se passent avec la rapidité nécessaire et l'étanchéité indispensable pour les très hauts degrés de vide atteints.

Notre appareil est à cet effet combiné de telle sorte que ces mises en et hors circuit avec l'ensemble à vider s'accomplissent par des colonnes de mercure manœuvrées par des pistons plongeurs ou par la pression atmosphérique. Le voisinage des sommets de ces colonnes de mercure est refroidi à l'aide d'air liquide pour éliminer la tension de la vapeur du mercure très gênante pour la rapidité des opérations et la perfection du vide.

Comme exemple de la rapidité des absorptions, nous dirons que nous avons pu, partant d'une pression initiale de 2^{mm} de mercure, arriver en 15 minutes à l'extinction pour 5 tubes de Crookes de 1^{l} de capacité vidés simultanément.

PHYSIQUE. — *Qualités acoustiques de certaines salles pour la voix parlée.* Note de M. **Marage**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une salle où se produit un son continu, régulier, un auditeur peut entendre trois sortes de vibrations : 1° l'onde primaire qui vient directement de la source; 2° les ondes diffusées, en nombre infini, qui sont renvoyées par les parois ; elles produisent le son de résonance; 3° des ondes réfléchies régulièrement par les parois, elles donnent naissance à des échos distincts.

Pour qu'une salle soit bonne au point de vue acoustique, il faut qu'il n'y ait pas d'écho et que le son de résonance soit assez court pour renforcer le son qui l'a produit et ne pas empiéter sur le son suivant. Nous allons étudier les conditions dans lesquelles doit se produire le son de résonance.

Un ingénieur américain, M. Wallace Sabine (1), a trouvé la loi à laquelle est soumis le son de résonance; dans ses expériences, il emploie un tuyau d'orgue donnant ut_3 et il détermine le temps t pendant lequel l'auditeur continue d'entendre le son alors qu'il a cessé de se produire. La durée du son de résonance pour n'importe quelle salle est donnée par la formule : $t = \frac{K}{a+x}$ dans laquelle K est une constante qui dépend du volume v de la salle et il trouve que $K = 0,171 v$.

a est le pouvoir absorbant de la salle vide; x, le pouvoir absorbant des spectateurs. Si l'on détermine expérimentalement t dans une salle vide où $x = 0$, on peut calculer a et ensuite chercher la valeur t' du son de résonance si la salle est pleine; en effet, l'auteur a établi des Tables donnant le pouvoir absorbant de différents corps et en particulier le pouvoir absorbant par personne (0,44) d'un auditoire, le pouvoir absorbant d'une fenêtre ouverte de 1^{m^2} de surface étant pris pour unité.

J'ai recommencé ces expériences en employant comme source sonore la sirène à voyelles munie des résonnateurs buccaux, de manière à me rapprocher le plus possible des conditions dans lesquelles se trouve un orateur.

La sirène était disposée au point S, où se trouve habituellement l'orateur, l'auditeur se plaçait successivement en différents points de la salle, 1, 2, 3, 4, ..., et l'on déterminait la valeur du son résiduel pour chacune des cinq voyelles synthétiques OU, O, A, É, I.

---

(1) *Architectural Acoustics*, Part I. *Reverberation of the American architectural Acoustics*, 1900; analysé par M. Bouty dans le *Journal de Physique*, t. X, 1901, p. 38.

Conditions de l'expérience :

Voyelles synthétiques........	OU	O	A	É	I
Notes d'émission (¹)..........	mi_2	mi_2	mi_2	la_4	la_6
Énergie du son en 1 seconde (²).	0,052	0,036	0,052	0,036	0,002

Durée du son d'origine, 3 secondes.

Je vais indiquer les résultats obtenus dans six salles différentes dont le volume variait entre 63000^{m^3} (Trocadéro) et 646^{m^3} (amphithéâtre de Physiologie de la Sorbonne).

Salle du Trocadéro (14 expériences) : $V = 63000^{m^3}$; nombre des auditeurs, 4500; diamètre, 58^m; hauteur de la coupole, 55^m.

	OU.	O.	A.	É.	I.
Son de résonance (³) (salle vide) t moyenne.......	2	2,1	2	2	1,9
Son de résonance (salle pleine) t' moyenne........	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4

Pour qu'un orateur se fasse bien comprendre dans cette salle il faut qu'il parle lentement, en s'arrêtant à chaque phrase; il ne doit pas parler avec plus d'énergie que s'il s'adressait à 250 auditeurs dans l'amphithéâtre de Physique de la Sorbonne.

Grand amphithéâtre de la Sorbonne (11 expériences). — $V = 13600^{m^3}$; nombre des auditeurs, 3000; surface du plafond vitré 150^{m^2}, hauteur du plafond 17^m :

	OU.	O.	A.	É.	I.
t............	2	2,8	2,6	1,9	1,8
t'...........	0,9	1	1	0,9	0,9

t' est beaucoup plus petit que t; l'architecte a eu, en effet, le talent de supprimer presque complètement les parois latérales en les tapissant d'auditeurs, dont le pouvoir absorbant est très grand; de plus le plafond vitré n'est qu'à 17^m du sol, de manière que l'écho ne peut pas se produire : l'acoustique de cette salle est donc très bonne.

Amphithéâtre Richelieu. — $V = 6000^{m^3}$; hauteur du plafond, $10^m,50$; nombre d'auditeurs, 800; nombre des expériences, 13.

	OU.	O.	A.	É.	I.
t..........	1,8	2,2	2	1,6	1,6
t'..........	1,1	0,8	0,9	1	1

Salle de l'Académie de Médecine. — $V = 1992^{m^3}$; nombre des auditeurs, en moyenne, 200.

(¹) *Sensibilité spéciale de l'oreille physiologique pour certaines voyelles* (*Comptes rendus*, 9 janvier 1905).

(²) En moyenne un orateur dépense en 1 heure une énergie de 160^{kgm}.

(³) Le son de résonance dans cette salle présente un phénomène particulier et qui ne se retrouve pas ailleurs; sa valeur est très variable; par exemple pour É on trouve 11 fois la valeur 2, puis 1 fois, 1,6; 2,2; et 3; c'est ce qui explique pourquoi on entend plus mal à certaines places.

Nombre des expériences, 78.

t	0,5 pour toutes les voyelles	
t'	0,4 »	»

Je me suis trouvé en présence de résultats inattendus, aussi ai-je multiplié les expériences; jamais je n'ai trouvé un son de résonance aussi court. Cela montre comment on peut changer les qualités acoustiques d'une salle en augmentant le pouvoir absorbant des parois; pour une salle de cours, dont les auditeurs seraient silencieux, t' serait un peu faible, mais, pour une salle de séances, il vaut mieux avoir une résonance aussi faible que possible.

Amphithéâtre de Physique de la Sorbonne. — $V = 890^{m^3}$; nombre des auditeurs, 250; nombre des expériences, 8.

	OU.	O.	A.	É.	I.
Moyenne t......	1,4	1,6	1,2	1,4	1,2
» t'.....	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6

C'est l'amphithéâtre qui a les meilleures propriétés acoustiques pour la voix parlée.

Amphithéâtre de Physiologie de la Sorbonne. — $V = 646^{m^3}$; nombre des auditeurs, 150; nombre des expériences, 8.

t	1,4 pour toutes les voyelles
t'	0,7 »

L'acoustique de cette salle est donc également très bonne.

Conclusions. — 1. Comme l'a dit M. Sabine, le son de résonance peut servir à caractériser les propriétés acoustiques d'une salle.

2. La durée de ce son varie avec le timbre, la hauteur et l'intensité du son primitif; ce qui pourrait, peut-être, expliquer pourquoi une salle peut être assez bonne pour un orateur et mauvaise pour un orchestre.

3. Avec la formule $t = \frac{K}{a+x}$, on peut déterminer la durée du son de résonance en fonction du nombre des auditeurs.

4. Pour que l'acoustique d'une salle soit bonne, la durée d'un son de résonance déterminé doit être sensiblement constante pour toutes les places et toutes les voyelles; elle doit être comprise entre 0,5 seconde et 1 seconde.

5. Si cette durée est plus grande que 1 seconde, on n'arrive à se faire entendre dans la salle qu'en parlant très lentement, en articulant bien et en ne donnant pas à la voix une énergie trop grande.

6. Cette méthode permet d'indiquer d'avance à un orateur les conditions dans lesquelles il doit parler pour se faire comprendre de tous ses auditeurs.

PHYSIQUE. — *Sur les variations de quelques propriétés du quartz.* Note de M. H. **Buisson**, présentée par M. J. Violle.

Au cours de mesures sur la masse du décimètre cube d'eau, j'ai été amené à étudier les variations de quelques propriétés du quartz.

Les recherches ont surtout porté sur deux très beaux échantillons parfaitement limpides, qui ont été examinés au Norremberg avant d'être taillés. Ils ne présentaient aucune défectuosité. Ils ont la forme de cubes de 4^{cm} et de 5^{cm} d'arête. Ces grandes dimensions permettent des déterminations très précises.

Densité. — La densité par rapport à l'eau a été mesurée par M. Benoît, précisément en vue de la détermination de la masse du décimètre cube d'eau. Sa valeur à 0° est

2,650642 pour le cube de 5^{cm}

et

2,650737 pour celui de 4^{cm}.

Cette dernière avait aussi été mesurée antérieurement par M. Macé de Lépinay, qui avait obtenu le même nombre. Chacune de ces valeurs ne comporte pas une erreur supérieure à une ou deux unités du dernier ordre décimal, tandis que leur écart est de 95.10^{-6}.

Dilatation. — Les mesures absolues d'épaisseur, par une méthode optique déjà publiée (1), permettent de mesurer la dilatation d'une façon directe, sans faire intervenir une autre dilatation qui doit être déjà connue, comme dans la méthode de Fizeau.

Les mesures faites à différentes températures sur le cube de 4^{cm} peuvent être ramenées à 0° en leur appliquant les coefficients de dilatation donnés par M. Benoît (2). Elles concordent alors parfaitement.

Au contraire, pour le cube de 5^{cm}, les mesures ramenées à 0° présentent entre elles des écarts systématiques, qui croissent avec la température à laquelle la mesure a été faite, dans un intervalle de quelques degrés seulement. J'ai alors étendu les limites des températures d'observation et étudié spécialement la dilatation. Entre 0° et 40°, elle se représente par les formules suivantes :

Direction parallèle à l'axe....... $e = e_0[1 + 10^{-8}(695,1\,t + 1,10\,t^2)]$

Direction perpendiculaire à l'axe.. $e = e_0[1 + 10^{-8}(1284,0\,t + 1,80\,t^2)]$

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique,* 8e série, t. II, 1904, p. 78.

(2) *Travaux et Mémoires du Bureau international,* t. VI, 1888, p. 190.

au lieu des formules de M. Benoît :

$$e = e_0[1 + 10^{-8}(712,3t + 0,84t^2)],$$
$$e = e_0[1 + 10^{-8}(1318,5t + 1,24t^2)],$$

qui conviennent au cube de 4^{cm}.

Indices de réfraction. — Les variations de l'indice ont été déjà signalées par MM. Macé de Lépinay et Buisson ([1]). Les indices sont mesurés par une méthode interférentielle qui donne des valeurs exactes à 2 ou 3 unités du septième ordre décimal. En une région du cube de 5^{cm} les indices ordinaires absolus, pour les radiations rouge et verte du cadmium, sont, à 11°,

1,5427286 et 1,5486769.

En une région du même bloc, distante de la première de 5^{cm}, les valeurs deviennent :

1,5427335 et 1,5486821.

Enfin pour une région du cube de 4^{cm} on trouve

1,5427391 et 1,5486876,

soit un écart de 50 unités du septième ordre en deux points du même bloc et de plus de 100 unités d'un échantillon à un autre.

Les indices extraordinaires varient aussi; leurs valeurs sont :

1,5517766, 1,5579265

et

1,5517844, 1,5579350

pour les deux régions déjà citées du cube de 5^{cm}, et

1,5517905 1,5579411

pour le cube de 4^{cm}.

Les écarts des indices extraordinaires sont donc encore plus grands : 80 et 140.10^{-7}. La biréfringence varie donc aussi.

D'autre part, la variation de ces indices en fonction de la température est aussi différente pour les deux quartz. Aux environs de 15° dans le cas des indices ordinaires donnés plus haut, elle est

-61.10^{-7} et -59.10^{-7} pour le cube de 4^{cm}

et

-59.10^{-7} et -57.10^{-7} pour celui de 5^{cm}.

Pouvoir rotatoire. — Mesuré à la même température, avec le même dispo-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. II, 1904, p. 78.

sitif, pour réduire au minimum les causes d'erreur, le pouvoir rotatoire pour la radiation verte du mercure est, à 10°,

$$255°,025 \text{ pour le cube de } 4^{cm}$$

et

$$255°,012 \text{ pour celui de } 5^{cm},$$

tous deux étant dextrogyres.

Il est à remarquer que tous ces écarts sont de même sens. Densité, dilatation, réfringence, biréfringence, pouvoir rotatoire sont plus faibles pour le cube de 5^{cm} que pour celui de 4^{cm}.

Il y a donc lieu de ne pas considérer le quartz, même très bien cristallisé, comme un corps pur, à propriétés parfaitement définies, ni même comme un corps homogène.

D'autre part, la nécessité de faire intervenir une grande quantité de matière pour mesurer l'indice avec précision (et aussi bien par la méthode interférentielle que par la méthode du prisme) ne permet que d'obtenir un indice moyen le long du parcours du faisceau lumineux, variable avec la direction de celui-ci et sa position dans le quartz. Il y a donc impossibilité de savoir si, dans le quartz, la surface d'onde est rigoureusement une sphère pour l'onde ordinaire, et une surface de révolution pour l'onde extraordinaire.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la radioactivité des sources d'eau potable.* Note de M. F. **Dienert**, présentée par M. P. Curie.

Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 19 février 1906) nous avons montré que les sources de l'Avre étaient faiblement radioactives. Nous avons continué à étudier, au moyen du même appareil de Engler et Sieveking, la radioactivité des autres groupes de sources captées par la Ville de Paris. Quoique avec cette méthode nous n'obtenons pas de résultats absolus, en opérant d'une façon identique nos chiffres sont comparables.

Dans le Tableau ci-dessous nous avons indiqué l'intensité du courant de décharge, le gisement géologique de la source, la conductibilité électrique de chacune de ces eaux à 18° C.

	Sources.	Intensité en ampères du courant de décharge de l'électroscope par l'émanation dégagée par un litre d'eau.	Gisement géologique de la source.	Conductibilité électrique à 18° C. G. S.
Groupe des sources de la Vanne	Cochepies.......	$1,33 \times 10^{-13}$	Craie sénonienne	$3,72 \times 10^{-13}$
	Flacy...........	$1,91 \times 10^{-13}$	»	$4,34 \times 10^{-13}$
	Pâtures.........	$1,94 \times 10^{-13}$	»	$4,00 \times 10^{-13}$
	Miroir..........	$1,34 \times 10^{-13}$	»	$3,53 \times 10^{-13}$
Source de la	Dhuys..........	$9,87 \times 10^{-13}$	Calcaires et marnes de Champigny	$4,65 \times 10^{-13}$
Groupe des sources du Loing et du Lunain	Bourron	$0,56 \times 10^{-13}$	Craie sénonienne surmontée de terrains tertiaires (sables et calcaires)	$4,08 \times 10^{-13}$
	Chaintréauville ..	$0,58 \times 10^{-13}$	»	$3,71 \times 10^{-13}$
	Saint-Thomas....	$0,23 \times 10^{-13}$	»	$4,21 \times 10^{-13}$
	Villemer........	$0,35 \times 10^{-13}$	»	$3,85 \times 10^{-13}$

Toutes ces sources sortent de terrains sédimentaires non bouleversés.

La source de la Dhuys ne peut recevoir que des eaux de pluies infiltrées à travers les calcaires de Champigny et arrêtées dans leur mouvement de descente par les marnes à *pholadomya ludensis*, lesquelles reposent sur les sables de Beauchamps. Elle ne peut recevoir d'eaux provenant de la profondeur de la terre, comme c'est au contraire le cas de nombreuses eaux minérales.

De ces résultats nous pouvons extraire quelques observations :

1° Les sources de la Vanne sont aussi radioactives que celles de l'Avre, mais elles le sont beaucoup moins que celles de la Dhuys.

2° Il y a une grande différence dans la radioactivité des eaux issues d'un même gisement géologique; ainsi le groupe du Loing et du Lunain est moins radioactif que celui de la Vanne. Dans un groupe de sources les différences de radioactivité existent également mais sont moins accentuées. Ainsi les sources de Cochepies et du Miroir, qui ont un périmètre d'alimentation commun dans la forêt d'Othe, ont une radioactivité identique mais différente de celle des sources de Flacy et des Pâtures issues, toutes deux, d'un périmètre d'alimentation voisin, situé près de la rivière la Vanne. Au groupe du Loing et du Lunain, les sources de Bourron et de Chaintréauville, émergeant dans la vallée du Loing, ont une radioactivité identique mais différente de celle de Saint-Thomas et de Villemer, constituant le groupe de la vallée du Lunain et de radioactivité très voisine. Par ces groupements il semble qu'il y ait des zones plus ou moins radioactives.

3° Il n'y a aucune relation apparente entre la conductibilité électrique et la radioactivité.

4° Pour les sources examinées ce sont celles dont le périmètre d'alimentation est très riche en argile qui semblent les plus radioactives. Ainsi les calcaires de Champigny sont surmontés de bancs marneux très importants; la craie sénonienne, dans la région de la Vanne, est surmontée d'argile à silex assez perméable. Au contraire, au Loing et au Lunain, le sol est très perméable et à peu près dépourvu d'argile.

5° Nous n'avons pu encore trouver de relation entre la présence de bétoires et la radioactivité des sources. On peut supposer qu'à travers ces cheminées d'effondrement et d'érosion constituant les bétoires, l'émanation peut mieux se dégager quand la pression barométrique baisse. Si l'on compare les sources Saint-Thomas et Villemer il semble, étant donné que le périmètre de la source Villemer est sillonné de bétoires, et non celui de Saint-Thomas, que la relation n'est pas apparente dès maintenant. Nous nous proposons de continuer cette étude.

Dans aucune de ces eaux nous n'avons trouvé de radium. Pour faire cette étude nous avons fait passer un courant d'air à travers l'eau pendant 8 jours afin d'en chasser l'émanation. Puis le flacon est rebouché le mieux possible et abandonné pendant 8 jours pour permettre au radium, s'il y en a, de dégager de nouveau de l'émanation. Chaque fois les résultats furent négatifs.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les composés pyrophosphoriques.* Note de M. J. CAVALIER, présentée par M. Troost.

La formule généralement admise pour l'acide pyrophosphorique est $P^2O^7H^4$ et en fait un acide tétrabasique.

Il existe, en effet, quatre séries de sels. La plupart des pyrophosphates métalliques bien définis ont les formules $P^2O^7M^2H^2$ et $P^2O^7M^4$; les sels mono et trimétalliques sont beaucoup plus rares et moins bien définis : toutefois, l'existence des sels mono et trisodiques est aujourd'hui nettement établie (¹). D'autre part, il n'a pas été signalé de sels plus complexes

(¹) SALZER, *Archiv. de Pharm.*, t. CCXXXII, 1894, p. 368, et *Bul. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. XII, 1894, p. 1445.

GIRAN, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1500.

comme en présente l'acide métaphosphorique. Enfin, Gladstone [1] a décrit un dérivé monoamidé $P^2O^3(OH)^3(NH^2)$ et un dérivé diamidé $P^2O^3(OH)^2(NH^2)^2$ de l'acide pyrophosphorique.

Cet ensemble de faits, peu nombreux, s'accorde bien avec la formule habituelle.

Il était intéressant de la contrôler par des déterminations de poids moléculaires.

Jusqu'ici on n'a pris la densité de vapeur d'aucun dérivé pyrophosphorique. Un seul a donné lieu à une recherche cryoscopique : Raoult [2] a mesuré l'abaissement du point de congélation de la dissolution dans l'eau du pyrophosphate neutre de sodium; en prenant pour poids moléculaire $P^2O^7Na^4 = 266$, il a trouvé un abaissement moléculaire égal à 45,8.

La cryoscopie de solutions aqueuses d'électrolytes ne permet pas, à elle seule, de conclure avec certitude la valeur d'un poids moléculaire. Je me suis adressé alors aux dérivés organiques, aux *éthers pyrophosphoriques*. Celui d'éthyle seul a été signalé par de Clermont [3].

J'ai préparé les pyrophosphates neutres des alcools *éthylique, propylique normal* (propanol), *isopropylique* (propanol-2), *butylique normal* (butanol), *amylique* (méthyl-2 butanol-4) et *allylique* (propénol).

On met en présence l'iodure correspondant et du pyrophosphate tétrargentique en léger excès; suivant les cas, on modère avec de l'éther anhydre ou au contraire on amorce en chauffant légèrement; on reprend par l'éther, on évapore d'abord au bain-marie, finalement dans le vide sans dépasser 100°.

La réaction donne de bons résultats pour les composés d'éthyle, de propyle normal, de butyle et d'amyle.

Les produits obtenus avec ceux d'isopropyle et d'allyle sont sirupeux et partiellement décomposés.

Les éthers pyrophosphoriques sont des liquides dont l'odeur rappelle celle des orthophosphates correspondants.

Ils se décomposent par la chaleur et ne peuvent être distillés. Ils sont solubles dans le benzène, le sulfure de carbone, le tétrachlorure de carbone, l'éther. Seul, le composé éthylique est soluble dans l'eau; mais la liqueur est fortement acide : il se produit soit une saponification, soit plutôt une combinaison avec formation d'un composé ortho.

---

(1) *Bul. Soc. chim.*, t. III, 1864, p. 112, et t. XII, 1869, p. 38 et 237.

(2) *Comptes rendus*, t. XCVIII, 1884, p. 511.

(3) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XLIV, p. 331.

Parmi les dissolvants cryoscopiques usuels on ne peut donc employer l'eau. Avec l'acide acétique, on doit craindre aussi une action décomposante; j'ai vérifié, en effet, que des produits analogues, les éthers *orthophosphoriques,* donnent dans l'acide acétique des abaissements trop forts.

J'ai employé le benzène, après m'être assuré qu'il donnait avec les orthophosphates des abaissements normaux ([1]).

Les nombres obtenus ainsi pour les poids moléculaires sont les suivants :

Pyrophosphate de	Trouvé.	Calculé.
Éthyle $P^2O^7(CH^2-CH^3)^4$	302	290
Propyle $P^2O^7(CH^2-CH^2-CH^3)^4$	347	346
Isopropyle $P^2O^7\left(CH\begin{smallmatrix}CH^3\\CH^3\end{smallmatrix}\right)^4$	500	346
Butyle $P^2O^7(CH^2-CH^2-CH^2-CH^3)^4$	354	402
Amyle $P^2O^7(CH^2-CH^2-\underset{\mid \atop CH^3}{CH}-CH^3)^4$	418	458
Allyle $P^2O^7(CH^2-CH=CH^2)^4$	410	338

Sauf pour les deux produits partiellement décomposés (isopropyle et allyle) qui donnent des résultats trop forts, la concordance est suffisante, et permet de conclure que *les pyrophosphates alcooliques ont un poids moléculaire correspondant bien à la formule* $P^2O^7R^4$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les iodomercurates de baryum.* Note de M. A. **Duboin**, présentée par M. Troost.

J'ai préparé, par le même procédé que les liqueurs saturées d'iodomercurates de calcium et de strontium ([2]), la solution saturée d'iodomercurate de baryum.

Cette liqueur a déjà été préparée par Rohrbach ([3]), qui a trouvé qu'elle constitue une des liqueurs les plus denses connues ($d = 3,56$), et qui a étudié ses autres propriétés physiques.

J'ai déterminé sa composition :

	I. pour 100	II. pour 100
Baryum	12,14	12
Mercure	23,32	23,40
Iode	52,05	52,16

([1]) *Travaux scientifiques de l'Université de Rennes,* 1904.

([2]) *Comptes rendus,* 1906, t. CXLII, p. 395 et p. 573.

([3]) *Annalen der Physik und Chemie,* 1883, t. XX, p. 169.

qui peut se traduire par la formule $BaI^2, 1,33\,HgI^2, 7,76\,H^2O$.

C'est un mélange de deux iodures solubles dans l'alcool à 96°; la solution saturée a pour densité 2,76 à 23°,5.

Cette liqueur saturée de bioxyde de mercure vers 70° laisse déposer par refroidissement de l'oxyde de mercure et de petits cristaux ayant pour formule $BaI^2, 5HgI^2, 8H^2O$. Leur densité à 0° est 4,63, ils ressemblent aux sels correspondants de calcium et de strontium, mais sont plus altérables et deviennent rouges à la longue, même en tubes scellés.

	I.	II.		Calculé.	
Baryum	5,078	4,87	5,108	4,86	4,880
Mercure	54,029		54,16		54,331
Iode	35,07		34,96		35,650
Eau	»		»		5,133

Quelquefois la liqueur surnageante se prend en masse et les cristaux, bien égouttés, sont un hydrate d'un sel contenant 3^{mol} d'iodure de mercure pour 2^{mol} d'iodure de baryum (¹).

J'ai obtenu un autre hydrate défini en abandonnant à une température voisine de — 9° une liqueur ayant pour composition :

Baryum	11,67 pour 100	11,76 pour 100
Mercure	22,41 »	22,14 »
Iode	49,59 »	49,82 »

Soit $BaI^2, 1,30\,HgI^2, 10,41\,H^2O$.

Cet hydrate se présente sous forme d'un agrégat de gros prismes à 4 pans, se pénétrant de façon que leurs arêtes homologues restent parallèles. Ils ont pour formule $2BaI^2, 3HgI^2, 16H^2O$.

	Trouvé.		Calculé.
Baryum	10,86	10,93	11,266
Mercure	24,43	24,34	24,671
Iode	52,12	52,17	52,220
Eau	»	»	11,842

Leur densité à 0° est voisine de 4; ils fondent lorsque la température s'élève.

J'ai encore trouvé un autre sel par l'évaporation d'une dissolution dont la composition était :

Baryum	13,95	13,96	14,03	13,99
Mercure	19,16	19,09	»	»
Iode	50,22	»	»	»

Soit $HgI^2, 1,07\,BaI^2, 9,71\,H^2O$.

(¹) Ba 11,61, 11,64 pour 100; Hg 24,62, 24,70 pour 100; I 52,28, 52,49 pour 100.

Cette liqueur évaporée sous une cloche, en présence d'acide sulfurique, laisse déposer des cristaux prismatiques, très déliquescents, dont la densité à 0 est voisine de 4,06; l'analyse leur assigne la formule

$$3BaI^2, 5HgI^2, 21H^2O.$$

	Trouvé.				Calculé.
Baryum.........	10,84	10,95	10,77	10,85	10,756
Mercure........	25,93	25,61	»	»	26,171
Iode...........	52,97	53,30	»	»	53,179
Eau............	»	»	»	»	9,892

Ce sel a son correspondant dans un iodomercurate de magnésium et un iodomercurate de manganèse.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les ferromolybdènes purs.* Note de M. **Ém. Vigouroux**, présentée par M. H. Moissan.

Bien que nombre d'auteurs ([1] à [4]) aient constaté la présence du molybdène dans les produits sidérurgiques, nous ne connaissons qu'un seul composé défini, Fe^3Mo^2, retiré par MM. A. Carnot et Goutal ([5]) de deux échantillons d'aciers à 2,5 et 3,4 pour 100 de molybdène ([6]).

Nos travaux ayant amené des résultats peu concordants, pour la re-

(1) Stromeyer, *An. Ph. Chem. Pogg.*, t. XXVIII, 1833, p. 551.

(2) Heine, *J. prakt. Chem.*, t. IX, 1836, p. 176.

(3) Steinberg, *id.*

(4) Stavenhagen et Schuchard, *Ber. chem. Gesell.*, t. XXXV, 1902, p. 909. — Ces derniers préparent, par des procédés aluminothermiques spéciaux, 20 alliages différents : W/Co, Mo/Fe, U/Mn, etc., mais ils ne donnent ni formule, ni analyse, ni propriété.

(5) A. Carnot et Goutal, *Comptes rendus*, t. CXXV, 1897, p. 215, et *Contribution à l'étude des alliages*, p. 514.

(6) Steinacker (*Thèse*, Göttingen, 1861) aurait retiré $FeMo^2$ du molybdate

$$Fe^2O^3.4MoO^3.7H^2O$$

chauffé dans l'hydrogène. Mais, si l'on considère que ses $7H^2O$ ont été enlevés par la chaleur, et son oxygène par l'hydrogène réducteur, on voit que le résidu ne doit plus contenir que les deux métaux forcément dans les proportions Fe^1 pour Mo^2. Du reste, sa poudre, qui est magnétique, imparfaitement soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement gazeux, ne partage pas les propriétés du composé $FeMo^2$ que nous avons préparé.

cherche des composés définis, à l'étude de ces complexes produits d'analyse dérivés de fontes ou d'aciers généralement issus d'appareils (haut fourneau, bessemer, creuset) alimentés de substances impures, nous avons substitué celle des ferromolybdènes de synthèse purs, formés avec des corps que nous avons cherché à produire dans le plus grand état de pureté.

Nos matières premières sont : l'oxyde de fer que nous préparons en partant de clous à ferrer (clous de Suède, marque étoile); nous les dissolvons dans l'acide chlorhydrique et, après insolubilisation de la silice et reprise par le même acide, nous traitons la liqueur par l'hydrogène sulfuré qui ne décèle généralement rien, puis par l'ammoniaque, en nous plaçant dans les conditions connues pour que le fer soit précipité exempt de manganèse; nous calcinons son oxyde pour avoir soit Fe^2O^3 soit Fe^3O^4. Nous transformons encore ces clous en azotate que nous décomposons ensuite par la chaleur, puis chauffons fortement avec du carbonate de potasse additionné d'un peu de chlorate, dans un récipient en tôle souple placé lui-même à l'intérieur d'un creuset en terre. Les silicate et manganate vert formés sont enlevés par l'eau. Notre oxyde de fer ne décèle plus trace de manganèse lorsque nous l'essayons à l'aide du procédé de M. Osmond. L'oxyde de molybdène provient du molybdate d'ammoniaque cristallisé pur qui est décomposé par la chaleur, puis réduit dans l'hydrogène à l'état de MoO^2. L'aluminium industriel, coulé spécialement pour notre usage sous forme de cylindres, indique un titre très voisin de 100 et se trouve absolument exempt de cuivre et de silicium. Par nos soins, il est fragmenté avec une râpe douce et sa limaille, plus ou moins fine suivant les besoins, est dépouillée de quelques rares particules de fer au moyen d'un fort électro-aimant.

Nos préparations s'effectuent : 1° par l'aluminothermie généralement, en mettant en œuvre, dans les creusets en magnésie pure comprimée, des mélanges des trois poudres précédentes en proportions variables, le comburant de l'amorce étant apporté par l'anhydride molybdique et l'aluminium étant incorporé toujours en défaut, nos recherches ne devant porter que sur des ferromolybdènes absolument exempts de ce réducteur. Toutefois une analyse, si minutieuse paraisse-t-elle, pouvant laisser inaperçues des traces infimes de ce métal, susceptibles de fausser nos résultats, nous les vérifions en formant également nos alliages; 2° par action directe sur les éléments, exempts par suite de leur origine même de traces d'aluminium : fer chimiquement pur provenant du Fe^2O^3 précédent réduit par l'hydrogène dans un tube en porcelaine revêtu intérieurement d'une gaine en tôle; molybdène chimiquement pur, obtenu de la même façon. Leur mélange intime est fortement comprimé puis posé sur des nacelles de magnésie, à l'intérieur de tubes en porcelaine parcourus par de l'hydrogène pur et

sec. Un four Schlœsing, porté à sa température maxima, permet de les amener à réaction et à fusion, une pince thermo-électrique introduite, une fois pour toutes, dans un de nos tubes de composition identique, très fortement chauffé, ayant montré qu'ils étaient capables de supporter une température atteignant 1450°, sans se ramollir au point de laisser échapper le contenu des nacelles.

Nous avons pu préparer ainsi une série d'alliages à teneurs allant jusqu'à 75,50 pour 100 [1]; alliages fondus, cassants, et d'autant plus que leur teneur est plus élevée; nous avons réussi à en isoler : Fe^2Mo renfermant 46,20 pour 100 de molybdène; Fe^3Mo^2 à 53,37 pour 100; FeMo à 63,20 pour 100 et $FeMo^2$ à 77,45 pour 100 [2]. Ces corps se caractérisent par leur forme quelquefois cristalline, par leur contraction (la différence entre leur densité trouvée et leur densité calculée est assez grande), par leur non-magnétisme; ils sont gris, insolubles dans l'acide chlorhydrique et complètement solubles dans l'acide azotique froid ou chaud, étendu ou concentré. Point digne de remarque : chacun d'eux se trouve au sein de ferromolybdène renfermant du fer libre. Ce fait, la même expérience répétée sur un grand nombre de lingots nous l'a rendu manifeste : lorsque l'on traite ces derniers en poudre par l'acide chlorhydrique étendu, une action se déclare, rapide parfois, avec dégagement d'hydrogène; dès qu'elle cesse, nous constatons que la liqueur d'attaque ne décèle que la présence du fer sans molybdène. S'il en est ainsi, les ferromolybdènes non définis sont magnétiques. Nous en avons soumis un certain nombre (plus de 20) à l'épreuve du barreau aimanté et notre prévision est venue se confirmer d'une façon complète : tous nos ferromolybdènes sont attirés plus ou moins.

Conclusions. — 1° Par union directe du fer et du molybdène soit à l'état naissant, soit à l'état libre, nous formons une série de ferromolybdènes purs, fondus, atteignant des teneurs voisines de 80 pour 100 : 2° ces ferromolybdènes abandonnent quatre corps répondant à des formules de composés définis; 3° Fe^2Mo doit constituer le composé défini inférieur susceptible de prendre naissance dans les ferromolybdènes de synthèse, attendu que d'un lingot à 12,50 pour 100 (renfermant suffisamment de fer pour former $Fe^{12}Mo$), l'acide chlorhydrique n'a pu dissoudre que du fer, sans trace de molybdène et son action n'a cessé que lorsque le résidu a eu atteint le titre de 46,20 pour 100.

---

(1) Nous avons même dépassé des teneurs de 80 pour 100, mais de tels culots, bien que fondus, ne nous paraissaient pas d'une homogénéité parfaite.

(2) De plus, d'un lingot à 77,80 pour 100, par le chlorure cuivrique l'attaquant de façon à le réduire de moitié, nous avons isolé la poudre grise $FeMo^8$ et cette dernière, après avoir été rongée aux trois quarts par le même liquide, laissait encore $FeMo^8$ comme second résidu gris.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Influence de la juxtaposition dans une même molécule de la fonction cétonique et de la fonction acide.* Note de **M. L.-J. Simon**, présentée par M. H. Moissan.

Dans une Note récente, j'ai montré que l'action de l'acide pyruvique sur l'uréthane était une réaction d'équilibre comparable à l'éthérification d'un acide par un alcool,

$$CH^3-CO-CO^2H+2NH^2-CO^2C^2H^5 \rightleftarrows H^2O+CH^3-\underset{\displaystyle CO^2C^2H^5-NH \quad NH-CO^2C^2H^5}{\overset{}{C}}-CO^2H$$

L'acide diuréthanepyruvique, insoluble dans l'eau, y disparaît lentement à froid, rapidement à chaud en se décomposant, et, inversement, l'évaporation de l'eau à froid dans le vide ou au bain-marie permet de récupérer l'acide initial. Qu'arrive-t-il avec d'autres solvants ou avec les dérivés les plus immédiats de l'acide ?

I. En présence d'alcool les choses se passent tout différemment.

L'acide se dissout rapidement à froid; à chaud, il se dissout abondamment; par refroidissement, l'excès cristallise, d'ailleurs lentement. L'évaporation de l'alcool permet de récupérer l'acide; par addition d'eau, il ne précipite pas. On ne peut déceler, dans le solution alcoolique, la présence d'acide pyruvique libre comme on pouvait le faire au sein de l'eau.

La solution alcoolique permet d'obtenir aisément les sels d'aniline, de paratoluidine et de phénylhydrazine. Ces sels sont tous trois anhydres, tout à fait blancs et bien cristallisés. Les deux premiers sont infusibles et décomposables à des températures voisines 122° et 128°; le dernier fond sans décomposition à 125°. Pour les deux premiers, le rendement est quantitatif; pour le dernier, le rendement est encore très avantageux, mais légèrement diminué par suite d'une particularité curieuse.

Le sel de phénylhydrazine présente la réaction suivante. Porte-t-on au voisinage de l'ébullition une solution aqueuse de ce sel préparée à froid, il s'y développe une belle cristallisation en longues aiguilles de phénylhydrazone pyruvique.

$$CH^3-\underset{\displaystyle CO^2C^2H^5-NH \quad NH-CO^2C^2H^5}{C}-CO^2H.NH^2-NH-C^6H^5 = CH^3-\underset{\displaystyle \| \atop \displaystyle N-NH-C^6H^5}{C}-CO^2H+2NH^2CO^2C^2H^5$$

Cette réaction, immédiate si l'on chauffe, se produit même à froid, mais plus lente-

ment. La méthode cryoscopique permet de constater que le point de congélation de l'eau est le même avant et après la chauffe et correspond à l'existence au sein de la solution de deux molécules. Avant la chauffe, ces molécules sont celle de l'acide et celle de la base; après la chauffe, ces molécules sont les deux molécules d'uréthane régénéré. La réaction est intégrale comme on peut le vérifier en filtrant et pesant l'hydrazone insoluble formée.

Ces apparences illustrent le contraste de la stabilité que présente l'acide diuréthanepyruvique en solution alcoolique et de la décomposition qu'il subit au sein de l'eau.

II. *Diuréthanepyruvate d'éthyle.* — L'acide diuréthanepyruvique est stable en solution alcoolique; il ne se scinde pas en acide pyruvique et uréthane; il ne s'unit pas non plus à l'alcool pour s'éthérifier. D'autre part, le pyruvate d'éthyle ne se combine pas directement à l'uréthane : celui-ci peut y cristalliser, mais il ne s'y unit pas. Le mélange des trois substances — acide pyruvique, alcool, uréthane — peut donc fournir le pyruvate d'éthyle par éthérification, l'acide diuréthanepyruvique par condensation directe, et cela par des réactions d'équilibre comparables, mais de leur triple conjonction ne peut résulter, *directement*, le diuréthanepyruvate d'éthyle. Celui-ci se produit, au contraire, si l'on fait intervenir l'acide chlorhydrique dans l'action simultanée ou consécutive de ces trois substances.

$$\begin{array}{c} CH^3-\underset{\displaystyle CO^2C^2H^5-NH \quad NH.CO^2C^2H^5}{\overset{}{C}\diagup\diagdown}-CO^2H + C^2H^5OH \end{array} = H^2O + \begin{array}{c} CH^3-C-CO^2C^2H^5 \\ \diagup\diagdown \\ CO^2C^2H^5-NH \quad NH-CO^2C^2H^5 \end{array}$$

$$CH^3-CO-CO^2C^2H^5 + 2NH^2-CO^2C^2H^5$$

Cet éther est un corps cristallisé, blanc, très soluble dans l'alcool, fondant à 109° et distillant sans décomposition à 179° sous pression réduite.

Cet éther est peu soluble dans l'eau chaude, mais il y cristallise sans aucune décomposition. Cette décomposition par l'eau chaude est au contraire immédiate en présence d'acide chlorhydrique qui provoque à la fois la saponification de l'éther et la décomposition du produit uréthanique, c'est-à-dire qu'il restitue le mélange d'acide, d'alcool et d'uréthane qui ne s'étaient unis que grâce à son intervention.

III. *Diuréthanepyruvate de potassium.* — L'acide diuréthanepyruvique, décomposable par l'eau, se dissout au contraire très facilement dans la

potasse aqueuse pour donner après évaporation de l'eau au bain-marie un sel bien défini, très soluble dans l'eau et l'alcool. Ce sel ne peut être obtenu par l'action directe de l'uréthane sur le pyruvate de potassium. L'uréthane ne s'unit pas plus au pyruvate de potassium qu'au pyruvate d'éthyle. Corrélativement le diuréthanepyruvate de potassium présente au sein de l'eau la même stabilité que l'éther, et cette corrélation mérite peut-être de retenir l'attention.

Le sel de potassium peut être chauffé au bain-marie sans s'altérer; il renferme de l'eau de cristallisation ($1,5\,H^2O$) et peut être déshydraté à l'étuve à 110°-115° sans décomposition.

On peut en récupérer l'acide par addition d'un acide minéral à condition d'opérer à froid et en solution concentrée.

Il y a une perte dans cette récupération lorsqu'on laisse la température s'élever ou lorsque la dilution augmente. Dans tous les cas où l'on observe ce déchet, on peut déceler dans l'eau mère la présence d'acide pyruvique. Ce déchet augmente beaucoup en présence d'alcool. C'est pourquoi, dans la saponification de l'éther, on ne peut revenir à l'acide qu'après avoir chassé entièrement l'alcool et une grande partie de l'eau.

Les apparences que j'ai observées n'ont été signalées pour aucun des produits de condensation de l'uréthane qu'on pourrait rapprocher de celui-ci : elles soulignent, comme je l'ai déjà fait à maintes reprises, l'importance de la juxtaposition de la fonction acide et de la fonction cétonique dans la molécule pyruvique, la plus simple de celles où cette juxtaposition puisse se rencontrer.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation des amides acétyléniques avec les phénols. Méthode générale de synthèse d'amides éthyléniques β-oxyphénolés.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **J. Lazennec**, présentée par M. H. Moissan.

Nous avons montré dernièrement (*Comptes rendus*, 5 février 1906) que les nitriles acétyléniques pouvaient être condensés avec les alcools et les phénols, avec formation de produits d'addition résultant de la fixation de molécules alcooliques ou phénoliques sur la liaison acétylénique. Les amides acétyléniques $R - C \equiv C - CO\,AzH^2$ sont susceptibles de donner des produits de condensation analogues. Nous décrirons, dans cette Note, les résultats de nos expériences avec les phénols, qui nous ont fourni quelques composés bien définis.

D'une manière générale, nous avons employé le mode opératoire suivant :

On dissout à chaud du sodium (1^{at}) dans un excès de phénol employé, et, à cette liqueur, chauffée vers 130°, on ajoute l'amide (1^{mol}) dissoute dans un peu de phénol chaud; la masse se colore peu à peu en brun plus ou moins foncé. Après avoir chauffé le mélange vers 140° pendant quelques heures, on élimine la majeure partie du phénol en excès par distillation dans le vide, et l'on reprend le résidu par l'éther ou le benzène. On élimine les dernières traces de phénol par des lavages à la soude étendue, on sèche la liqueur et l'on évapore le solvant; le résidu constitue l'amide phénoxylée, qui tantôt est huileuse et tantôt peut être obtenue cristalline.

Voici les composés que nous avons ainsi préparés :

	Points de fusion.
Amide β-amyl-β-orthocrésoxyacrylique $C^5H^{11}-C(OC^6H^4-CH^3)=CH-COAzH^2$	huile
» β-hexyl-β-phénoxyacrylique $C^6H^{13}-C(OC^6H^5)=CH-COAzH^2$	huile
» β-phényl-β-phénoxyacrylique $C^6H^5-C(OC^6H^5)=CH-COAzH^2$................	195°-197°
» β-phényl-β-orthocrésoxyacrylique $C^6H^5-C(OC^6H^4-CH^3)=CHCOAzH^2$........	168°
» β-gaïcacoxyacrylique $C^6H^5-C(OC^6H^4-OCH^3)=CH-COAzH^2$	158°

Quant à la constitution de ces corps, elle est nettement établie par l'examen de leurs produits d'hydrolyse. Sous l'action à chaud de l'acide sulfurique à 10 pour 100, ils sont totalement dédoublés, après quelques heures d'ébullition à reflux, en acétone correspondante et phénol correspondant. L'amide hexylphénoxyacrylique, par exemple, fournit ainsi de la méthylhexylcétone et du crésol; conformément à l'équation suivante

$$\underbrace{C^6H^{13}-C(OC^6H^5)}_{\text{Amide hexyl-phénoxy-acrylique.}}=CH-COAzH^2+2H^2O$$

$$=\underbrace{C^6H^{13}-CO-CH^3}_{\text{Méthylhexylcétone.}}+\underbrace{C^6H^5\begin{cases}CH^3\\OH\end{cases}}_{\text{Phénol.}}+AzH^3+CO^2.$$

MINÉRALOGIE. — *Genèse d'un minerai de fer par décomposition de la glauconie.* Note de M. L. CAYEUX, présentée par M. Michel Lévy.

On a exploité pendant longtemps dans l'arrondissement de Vouziers, et notamment à Grandpré (Ardennes), un minerai en grains, subordonné à l'Aptien et souvent désigné sous le nom de *minerai de fer hydroxydé oolithique*. Il formait des couches d'une épaisseur moyenne de 1^m à $1^m,50$ et quelquefois de $2^m,50$ à 3^m. Selon Sauvage et Buvignier, les éléments ferrugineux constituaient généralement le tiers du volume de la masse argilo-

sableuse qui les renfermait. Le dépôt était fréquemment beaucoup plus riche et pouvait produire jusqu'aux $\frac{3}{5}$ de minerai bon à fondre.

Le minerai de Grandpré renferme des minéraux variés auxquels s'ajoutent des organismes et un ciment dans les échantillons cohérents. Seuls les minéraux retiendront notre attention.

Les matériaux nettement clastiques sont représentés par une proportion très variable, toujours notable et parfois très élevée de grains de quartz anguleux ou arrondis de toutes dimensions; les plus gros mesurent jusqu'à 2^{mm} et 3^{mm} de diamètre. L'orthose y figure à l'état de particules plus ou moins altérées.

Les minéraux les plus répandus sont la *limonite* et la *glauconie*. C'est par le dernier élément que je commencerai l'étude micrographique du minerai de Grandpré.

Glauconie. — L'examen des échantillons fait supposer qu'elle est très clairsemée dans le dépôt. On constate au microscope qu'elle est effectivement beaucoup moins répandue que la limonite. Elle fournit des sections arrondies, elliptiques ou très irrégulières. Ses propriétés ne diffèrent en rien de celles de la glauconie des roches siliceuses ([1]). Son apparence finement granulée mérite seule une mention. La glauconie du minerai présente son maximum d'intérêt quand elle est en voie d'altération; ses principales manières d'être sont les suivantes :

1. Certains individus, dont la couleur verte vire au brun à la surface, n'ont subi qu'un léger commencement d'altération; d'autres, essentiellement ferrugineux, montrent, au milieu de la matière brune qui les envahit, de petits noyaux verts très irréguliers qui ont échappé à la destruction.

2. L'altération est localisée sur le bord de larges fentes qui traversent les grains.

3. Elle se fait simultanément en divers points isolés, répartis à l'intérieur des éléments, et le pourtour reste intact ou non.

4. La transformation n'affecte que la région centrale des corps glauconieux et la surface ne subit aucune décomposition.

5. Des grains deviennent vert brunâtre, par suite d'un commencement d'altération de tout le minéral. Il existe de nombreux termes de passage entre les individus franchement verts et les éléments ferrugineux qui constituent le minerai.

En conséquence, tous les minéraux partiellement ferrugineux correspondent à des grains de glauconie, plus ou moins décomposés et transformés en limonite.

([1]) L. Cayeux, *Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires*, 1897 : *Étude de la glauconie des roches siliceuses*, p. 163.

Limonite. — La plus grande partie des grains ferrugineux ne laissent voir aucun vestige de glauconie. Il n'en est pas moins certain que toute la limonite du dépôt dérive de ce minéral.

1. Les grains de limonite ont la même forme et le même volume que ceux de glauconie.

2. On retrouve dans tous les individus exclusivement ferrugineux la structure grenue dont j'ai noté l'existence dans la glauconie intacte ou en voie de décomposition.

3. Quand on fait séjourner le minerai dans l'acide chlorhydrique chaud pendant quelques minutes, le liquide se charge rapidement d'oxyde de fer, les éléments ferrugineux perdent leur couleur brune et verdissent peu à peu, pour prendre finalement l'apparence de grains de glauconie. D'où le fond même de tous les corps ferrugineux est un élément glauconieux, masqué par la limonite secondaire qui en procède par décomposition.

Il résulte, avec évidence, de ces faits, que le minerai de Grandpré s'est formé aux dépens d'un dépôt originellement très glauconieux, dont la glauconie s'est altérée et transformée, en grande partie, en limonite. C'est le seul minerai de fer de France qui dérive directement de la glauconie. Sa structure et son origine l'éloignent des minerais oolithiques avec lesquels il avait été confondu.

BOTANIQUE. — *Note préliminaire sur les globoïdes et certaines granulations des graines, ressemblant par quelques-unes de leurs propriétés aux corpuscules métachromatiques.* Note de MM. **J. Beauverie** et **A. Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'un de nous a attiré l'attention sur le rôle important que paraissaient jouer les corpuscules métachromatiques chez les Protistes et notamment dans les Champignons. Ces grains de sécrétion, caractérisés par leur vive affinité pour les colorants ainsi que par leur métachromasie, se rencontrent, en effet, en très grande abondance chez la plupart des Protistes (Champignons, Cyanophycées, Bactéries, Diatomées, Protozoaires, etc...). Arthur Meyer, qui a recherché leur nature chimique, a émis l'opinion que les corpuscules métachromatiques étaient constitués par une combinaison d'acide nucléique avec une base organique inconnue : il désigne leur substance sous le nom de grains de volutine et il mentionne la présence d'une substance voisine de la volutine dans les globoïdes de *Ricinus communis*. Les globoïdes renfermeraient donc, en même temps que le glycéro-

phosphate de Ca et de Mg que l'analyse chimique a révélé, une substance albuminoïde voisine de la volutine. Meyer n'insiste pas sur cette question.

1° Si l'on colore au bleu Unna des coupes de graines de *Ricinus communis* fixées à l'alcool, on obtient une coloration rouge vineux des globoïdes. Ceux-ci se présentent avec des caractères très voisins des corpuscules métachromatiques; ils sont disposés autour du cristalloïde de protéine qui généralement ne se colore pas ou prend une teinte bleu pâle et ils offrent l'aspect de globules de dimensions très variables, les uns très gros, les autres extrêmement petits; parfois, ils ont un contour plus ou moins lobé. La partie périphérique des globoïdes est généralement plus fortement colorable que le centre, comme cela s'observe dans les corpuscules métachromatiques. Outre cette zone externe, on remarque parfois, au centre, un petit granule très colorable; même les globoïdes se montrent souvent constitués de plusieurs zones concentriques fortement colorables alternant avec des zones pâles, ce qui semble indiquer l'existence de zones de concentration différentes. La coloration des globoïdes est extrêmement délicate, ce qui les distingue des corpuscules métachromatiques qui fixent les colorants avec la plus grande facilité. Ils paraissent s'altérer par la chaleur et il est difficile de les étudier dans les coupes à la paraffine; aussi est-il préférable d'employer les coupes au collodion. Les globoïdes se colorent, en outre, par le bleu de méthylène et présentent une très légère métachromasie, beaucoup moins accusée que celles des corpuscules métachromatiques. Ils ne fixent pas l'hémalun qui donne au contraire une coloration intense aux corpuscules métachromatiques. Ils présentent la réaction I de Meyer, que cet auteur considère comme un des caractères les plus importants des corpuscules métachromatiques, c'est-à-dire qu'ils restent colorés par le bleu de méthylène après traitement par une solution aqueuse à $\frac{1}{100}$ de SO^4H^2, mais la solution de SO^4H^2 paraît exercer une action sur eux, car ils se pulvérisent à son contact.

Nous avons étudié les globoïdes dans un certain nombre de graines (Noix, *Bertholetia,* Lupin blanc) et partout nous les avons retrouvés avec les mêmes caractères. Dans le Lupin, cependant, où il n'existe pas de cristalloïdes, les globoïdes sont répartis dans toute la masse du grain d'aleurone sous forme de très petites granulations.

Nous avons observé la manière dont se comportent les globoïdes pendant la germination, dans le Ricin. Dès les premiers jours, on constate d'abord un gonflement des globoïdes, puis ceux-ci paraissent se fragmenter et subir comme une pulvérisation : ils se disposent alors tout autour du cristalloïde, tandis que ce dernier se fragmente à son tour et se dissout peu à peu. Pendant qu'au sein de la substance amorphe, le cristalloïde est en voie de dissolution, la quantité des corpuscules, provenant des globoïdes primitifs, paraît s'accroître; ces corpuscules sont, en effet, sensiblement plus nombreux pendant la germination que dans la graine non germée. Toutes ces modifications sont surtout appréciables après 48 heures de germination. En outre, on constate souvent, dans le cytoplasme des cellules de l'albumen, l'apparition de fines granulations métachromatiques présentant à peu près les mêmes caractères que les globoïdes. Au bout de 8 jours, les cristalloïdes ont complètement disparu, de même que les globoïdes. Au cours de la germination, le noyau subit des modifications importantes : dans la graine non germée, il est très granuleux avec un contour amiboïde. Il se gonfle au début de la germination : puis, après 48 heures, il se transforme en une

grosse vésicule avec un énorme nucléole et quelques granules chromatiques disposés au voisinage de la membrane nucléaire dans le nucléoplasme. L'huile est absorbée moins rapidement que les réserves albuminoïdes : elle ne commence à diminuer que vers le sixième jour.

2° Nous avons eu l'occasion de rencontrer dans les graines de quelques Graminées (orge, seigle, maïs) des granulations présentant par leurs formes ainsi que par leurs caractères de coloration de grandes analogies avec les globoïdes. Ce sont de petites granulations sphériques, dont les unes ont des dimensions moyennes et dont les autres sont à l'état de fines ponctuations. Elles s'observent dans toutes les cellules de l'assise protéique et dans la plupart des cellules du cotylédon. Dans l'assise protéique elles sont réparties en quantité considérable dans toutes les cellules; elles sont également très nombreuses dans les cellules du parenchyme du cotylédon : ces dernières présentent un noyau placé au centre et un cytoplasme plus ou moins alvéolaire rempli de granulations métachromatiques. On remarque dans ces cellules, en même temps que ces granulations, des grains d'amidon transitoire dont la présence avait déjà été signalée par Brown et Morris; on y observe également une grande quantité d'huile. Les granulations métachromatiques sont moins nombreuses et moins grosses dans l'assise externe du cotylédon, celle qui, avec l'assise protéique, jouerait le principal rôle dans l'élaboration de l'amylase, d'après Brown et Morris; mais elles y existent à l'état de très fines ponctuations. Les granulations sont solubles par l'acide acétique comme les globoïdes : elles se colorent en rouge vineux par le bleu Unna et le violet de gentiane, et en bleu foncé, violacé par le bleu de méthylène : la métachromasie est avec ce dernier colorant plus accentuée que dans les globoïdes. Elles présentent à peu près la forme des globoïdes et ont une paroi fortement colorable et un centre qui reste très pâle, avec parfois un granule central. Leur coloration s'effectue un peu plus facilement que celle des globoïdes.

On rencontre ces granulations dans les graines non germées; elles persistent jusqu'après la digestion complète de l'albumen : à partir de ce moment elles disparaissent complètement.

BOTANIQUE. — *Le* Khaya *de Madagascar*. Note de MM. **H. Jumelle** et **H. Perrier de la Bathie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Le genre *Khaya* n'est actuellement bien connu que sur la côte occidentale d'Afrique, où il est représenté par deux espèces : le *Khaya senegalensis* Juss, qui est le *cail-cédra* ou *acajou du Sénégal*, et le *Khaya anthotheca* D. C., qui, dans l'Angola, est le *cababa* des Mahungos. Sur la côte orientale, ce n'est qu'avec doute que la présence de la première de ces deux espèces est admise par Oliver, d'après des spécimens très incomplets, recueillis par Speeke et Grant dans la région du Nil Blanc et par le Dr Meller dans le Zambèze.

Cette incertitude sur l'extension du genre au delà de l'Afrique occidentale n'en rend, croyons-nous, que plus intéressante la découverte de la troisième espèce que nous signalons aujourd'hui et qui appartient, celle-ci, à la flore de Madagascar, où elle est, dans l'Ambongo et le Boina, un des *hazomena*, ou « bois rouges » des Sakalaves.

Son bois a été quelquefois exporté au Havre, où il a été rapproché de celui de l'*aucoumé* du Gabon (*Aucoumea Klaineana*), et vendu aux mêmes prix.

C'est un grand et bel arbre de 20^m à 30^m de hauteur, à tronc très droit et cylindrique, dont l'écorce est brunâtre, maculée de gris.

Les feuilles, qui sont surtout groupées aux extrémités des rameaux, sont plus petites sur les vieux pieds que sur les jeunes. Sur ces derniers, elles peuvent avoir 1^m de longueur et 45^{cm} de largeur. Elles sont glabres, paripennées et composées de 6 à 7 paires de folioles plus ou moins opposées, ondulées sur les bords. Ces folioles sont brièvement pétiolées (5^{mm} à 6^{mm}) et à limbe elliptique oblong, acuminé au sommet, en coin à la base, de 20^{cm} environ de longueur, sur 5^{cm} à $5^{cm},5$ de largeur.

De la nervure médiane, très fortement saillante sur la face inférieure, partent 10 paires environ de nervures secondaires, dont les inférieures seules sont opposées, mais les supérieures alternes, toutes un peu arquées et se réunissant, par leurs extrémités, en une nervure marginale ondulée, qui est beaucoup moins proéminente et visible que les nervures latérales. Entre toutes ces nervures est un réseau de nervures plus fines, bien net par transparence.

Les fleurs apparaissent en septembre. Les 4 sépales sont jaunâtres, larges et courts, arrondis. Les 4 pétales, environ cinq fois plus longs que les sépales, ont 5^{mm} de longueur sur 2^{mm} de largeur; ils sont blancs, convexes extérieurement, plus épais au milieu que sur les bords.

Le tube staminal, de même hauteur que la corolle, est légèrement ventru à la base, et a 8 lobes arrondis, entre lesquels s'insèrent 8 étamines incluses, sessiles et jaunâtres.

Le disque est jaune orange, large, crénelé.

Le style, blanc, se termine par un stigmate discoïde, qui est jaune, puis vert supérieurement. L'ovaire est à 4 loges multiovulées.

Les fruits, mûrs en mai et juin, sont des capsules fortement ligneuses, quadriloculaires, chaque loge contenant une dizaine de graines insérées sur deux rangs. La déhiscence, comme dans les autres espèces de *Khaya*, est septicide, et les 4 valves se rabattent de haut en bas, en laissant toutefois au centre une colonne à 4 ailes, formées par les cloisons des loges. Ces valves ont 6^{cm} de longueur sur $3^{cm},5$ de largeur.

Les graines sont aplaties, brunes et entourées d'une membrane, comme celles de *Khaya senegalensis*, mais de forme un peu différente : elles ne sont pas orbiculaires,

mais plutôt vaguement triangulaires, le hile correspondant à l'un des sommets du triangle. Elles ont souvent, non compris la membrane bordante, 2^{cm} à $2^{cm},5$ de largeur sur $1^{cm},5$ à $1^{cm},7$ de longueur, mais peuvent être aussi plus petites. La radicule, qui est papilliforme, est latérale et située un peu au-dessus du hile. L'embryon est ainsi obliquement transversal.

A notre avis, cet embryon forme, d'ailleurs, seul toute l'amande, car nous ne voyons pas pour quelle raison Guillemin et Perrotet, puis de Candolle, Bentham et Hooker, ainsi que Baillon, ont admis dans le genre *Khaya* un albumen qui serait confusément soudé avec les cotylédons. L'amande est formée de deux masses égales, traversées par des faisceaux libéro-ligneux, et qu'aucun caractère n'empêche, selon nous, de considérer comme constituées exclusivement par les cotylédons.

Tel est ce *Khaya* de Madagascar, qui, dans l'Ambongo et le Boina, pousse dans toutes les alluvions calcaires et humides des bords des rivières. Il ne manque que sur les sols siliceux où il est remplacé par les *Canarium*.

Morphologiquement, il est bien distinct du *Khaya senegalensis*. Il se rapprocherait davantage du *Khaya anthotheca;* mais il s'en sépare aussi par la forme plus allongée et la nervation de ses folioles et par les moindres dimensions de ses graines.

Nous l'avons donc nommé le *Khaya madagascariensis*.

Ajoutons que le tronc sécrète une gomme qui se concrète sur l'écorce sous l'aspect de petites stalactites, dont les unes sont jaune clair, les autres plus brunes, et d'autres verdâtres.

Cette gomme, récoltée depuis quelque temps, contient 21 pour 100 d'eau. Supposée sèche, elle se compose de 85 parties solubles dans l'eau chaude et de 15 parties gonflables, mais insolubles.

La portion soluble dans l'eau chaude reste dissoute après refroidissement et donne des solutions épaisses, mais encore parfaitement liquides, en présence de 12 fois son poids d'eau.

Ces solutions, plus ou moins colorées, ont l'aspect de solutions de gomme d'*Acacia Senegal;* étendues en couche sur le papier, elles lui donnent une certaine adhésivité.

La gomme en est précipitée, à l'état gélatineux, par l'acétate neutre et par le sous-acétate de plomb; elle n'est pas précipitée ici par le perchlorure de fer qui, en outre, ne provoque aucun changement de coloration.

C'est donc une gomme sans tanin; elle est, du reste, sans odeur ni saveur.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude des variations de l'azote et de l'acide phosphorique dans les sucs d'une plante grasse.* Note de M. G. **André**.

Dans deux Communications précédentes (*Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 106 et 226) j'ai étudié la composition des liquides qui circulent dans un végétal en extrayant, par une pression convenable, une partie des sucs que contient la plante. De la quantité de suc extrait ainsi j'ai déduit par le calcul celle qui demeurait encore dans le végétal en faisant l'hypothèse que la concentration était la même dans la partie du liquide extrait directement et dans celle qui reste encore dans les tissus de la plante.

Je me suis servi du même procédé pour examiner la répartition de l'azote et celle de l'acide phosphorique dans les sucs d'une plante grasse, *Mesembrianthemum cristallinum*, à diverses périodes de sa végétation, plante chez laquelle j'ai antérieurement étudié la répartition des cendres et des acides organiques (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 1272; t. CXXXVIII, 1904, p. 639; t. CXL, 1905, p. 1708). Les chiffres qui figurent dans le Tableau ci-joint se rapportent au suc total calculé contenu dans la plante.

				1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	4.	10.
					100 parties de matière sèche contiennent			contenu dans le suc de la plante correspondant à 100 parties de matière sèche.					
				Eau dans 100 parties de matière fraîche.	Azote total organique.	Phosphore total calculé en PO^4H^3.	Suc de la plante correspondant à 100 parties de matière sèche.	Azote total organique	Azote nitrique	Phosphore total calculé en PO^4H^3	$\frac{PO^4H^3 \text{ matière sèche}}{\text{Az total matière sèche}}$	$\frac{\text{Az total du suc}}{\text{Az total matière sèche}}$	$\frac{PO^4H^3 \text{ du suc}}{PO^4H^3 \text{ matière sèche}}$
							gr	gr	gr	gr			
Plante totale moins la racine.	I......	31 mai	1905	96,54	3,40	1,97	2832	1,3933	0,1506	1,1667	0,58	0,41	0,59
	II......	16 juin	»	95,97	3,16	2,22	2429	1,8589	0,7189	1,9432	0,70	0,58	0,87
	III......	15 juillet	»	93,60	3,26	2,73	1528	2,5701	0,7426	2,6770	0,83	0,78	0,98
	IV......	21 août	»	91,59	2,53	2,35	1152	1,6796	0,8505	1,7925	0,92	0,66	0,76
	V......	4 octobre	»	93,19	2,84	2,70	1424	1,6404	0,7177	1,7116	0,95	0,57	0,63

I. Le rapport entre l'acide phosphorique total de la matière sèche et l'azote total (colonne 8) augmente progressivement jusqu'à devenir presque égal à l'unité. Pour faire apparaître la relation habituelle qui existe entre ces deux éléments, il faut prendre le rapport entre l'azote total du suc et l'azote total de la matière sèche (colonne 9); on remarque alors que ce rapport présente un maximum à la troisième prise d'échantillons, époque du repiquage de la plante et du début de sa floraison. A ce

moment, plus des trois quarts de l'azote total du végétal existent sous forme soluble. Dans la suite, cet azote se dépose partiellement sous forme de composés complexes insolubles, comme l'indique la décroissance du rapport précédent. Cependant, plus de la moitié de l'azote circule encore sous forme soluble au 4 octobre. La plante est, d'ailleurs, très vigoureuse à cet date. Pour montrer quelle est la marche de la végétation à partir du moment où l'on a constaté le maximum d'azote soluble, il suffit de jeter les yeux sur le Tableau suivant (moyenne établie sur un nombre de 10 à 50 individus) :

	31 mai.	16 juin.	15 juillet.	21 août.	4 octobre.
Une plante fraîche pèse....	16g,52	50g,51	156g,70	1168g,40	1759g,00
» séchée à 110°...	0g,5718	2g,05	10g,02	98g,26	119g,80

Du 31 mai au 16 juin (17 jours) la plante a gagné 1g,4782 de matière sèche, soit 0g,0869 par jour; du 16 juin au 15 juillet (29 jours), elle a gagné 7g,97, soit 0g,2748 par jour; du 15 juillet au 21 août (37 jours), elle a gagné 88g,24, soit 2g,3848 par jour (cette période correspond à la diminution du rapport entre l'azote total organique du suc et l'azote total de la matière sèche). Enfin, du 21 août au 4 octobre (44 jours), la matière sèche ne s'est accrue que de 21g,54, soit 0g,4895 par jour.

II. Le rapport entre l'acide phosphorique total du suc et l'acide phosphorique total de la matière sèche (colonne 10) suit exactement la même marche que celle du rapport qui vient d'être étudié. Au moment du maximum (3e prise), alors que l'azote soluble représentait seulement les trois quarts de l'azote total, l'acide phosphorique se trouve en presque totalité $\left(\frac{98}{100}\right)$ sous forme soluble. A partir de cette époque, ce rapport décroît parallèlement à celui de l'azote. Ajoutons que, au moment du maximum, les $\frac{99}{100}$ de l'acide phosphorique du suc étaient précipitables directement dans ce suc au moyen de la mixture magnésienne. D'ailleurs, durant toute la période de végétation, la proportion de cet acide phosphorique, directement précipitable, est toujours très élevée. Il semble, d'après cela, que, dans la plante examinée, il n'existe de combinaisons phospho-organiques insolubles qu'en faible quantité. En somme, l'*acide phosphorique et l'azote solubles présentent les mêmes maxima aux mêmes périodes de végétation*. Quant au rapport entre l'acide phosphorique total du suc et l'azote total de ce même suc, il est remarquablement constant à partir de la deuxième prise d'échantillon et successivement égal à : 0,83, 1,04, 1,04, 1,06, 1,04.

Je ferai remarquer en terminant que le taux de l'azote nitrique contenu dans le suc du *Mesembrianthemum* est toujours élevé. Le rapport entre l'azote nitrique du suc et l'azote organique de ce suc est égal à 0,50 et 0,43 aux deux dernières prises d'échantillon.

CHIMIE AGRICOLE. — *Traitement cuivrique des semences.* Note de M. E. Bréal, présentée par M. L. Maquenne.

Dans une Note présentée antérieurement à l'Académie par M. Giustiniani et moi nous avons montré qu'on peut obtenir des excédents notables de récolte en recouvrant les semences d'un enduit cuivrique à base de fécule. Je ferai connaître aujourd'hui les résultats que j'ai obtenus dans le courant de l'année dernière sur quatre espèces de maïs, soumises au même traitement.

La bouillie cuivrique se prépare en faisant bouillir 30^g de fécule dans 1^l d'eau, tenant en dissolution 3^g de sulfate de cuivre. On laisse séjourner les graines pendant 20 heures dans le mélange refroidi, on les dessèche superficiellement par exposition à l'air, puis on les trempe dans l'eau de chaux et l'on sèche à nouveau. Les graines ainsi traitées conservent leur aspect ordinaire; elles augmentent de poids de 5 pour 100 environ.

Les cultures ont été faites comparativement sur des parcelles d'égale surface, portant le même poids de graines normales ou enduites; les expériences ont eu lieu dans le jardin annexé au laboratoire de Physique végétale, à la pépinière du Muséum et enfin à Massy-Palaiseau, chez M. Vilmorin.

	Variétés de maïs employées.	Poids de la semence.	Nombre de graines levées		Récolte fraîche.		Récolte sèche.	
			normales.	enduites.	Graines normales.	Graines enduites.	Graines normales.	Graines enduites.
Jardin du laboratoire	Auxonne........	5^g	15	22	1850^g	2440^g	210^g	380^g
	Jaune hâtif......	5	6	9	700	1300	139	396
	Gros jaune......	5	12	12	2500	3200	225	405
	Dent de cheval...	5	5	10	4900	4900	»	»
Pépinière	Auxonne........	10	40	44	4760	6060	900	1021
	Dent de cheval...	10	14	15	17900	18000	»	»
Massy-Palaiseau	Auxonne........	20	38	46	14500	15500	»	»
	Dent de cheval...	20	21	30	»	»	»	»

On voit que les semences traitées germent en plus grand nombre et, en

général, donnent de plus fortes récoltes que les semences normales, ce qui tient sans doute à la plus grande résistance qu'elles opposent aux micro-organismes parasites. Ceci est conforme à nos conclusions antérieures.

J'ai constaté, en outre, que les graines enduites de bouillie cuivrique perdent moins de poids que les autres pendant leur germination et que, dès le début de la végétation, les jeunes plantes qu'elles fournissent renferment davantage de substance sèche. Les expériences, effectuées au Muséum, dans la serre du laboratoire de Physique végétale, ont porté simultanément sur le blé, l'avoine, l'orge et le maïs, ensemencés dans des flacons à large col, de 200$^{cm^3}$ de capacité; les récoltes étaient enlevées, séchées et pesées dès que les tiges commençaient à sortir des vases.

Dans le Tableau qui suit, on a ramené tous les nombres par le calcul à 100^g de graines, de façon à faciliter la comparaison des résultats obtenus.

Nature des graines.	Durée de la germination.	Poids des graines sèches.	Récolte sèche. Graines normales.	Graines enduites.	Différences pour 100.
Blé de Bordeaux.........	25 jours	88^g	60^g	72^g	20
»	52	»	45	66	46
Blé Dattel...............	20	87	77	81	5
»	40	»	65	75	15
Blé Japhet..............	20	89	77	80	4
»	40	»	60	67	11
Blé Bordier.............	23	87	74	76	2
»	37	»	60	69	15
Blé de Saumur...........	20	88	75	83	10
Avoine de Houdan.......	27	87	70	78	11
Avoine de Brie..........	28	89	67	82	7
Orge....................	23	90	62	70	14
Maïs, gros jaune.........	50	89	72	80	11
Maïs, dent de cheval......	32	89	73	81	10

Les excédents portent surtout, ainsi que le montre le Tableau suivant, sur les tiges et les jeunes feuilles : les poids sont encore rapportés à 100 parties de semence :

	Tiges et feuilles provenant de graines normales.	enduites.	Cotylédons et racines provenant de graines normales.	enduites.
Blé de Bordeaux.......	13^g	20^g	46^g	45^g
Blé Bordier...........	15	25	45	40
Blé Dattel.............	10	16	53	48

En résumé, la stérilisation superficielle des graines par la bouillie cuivrique n'a pas seulement pour effet de prévenir les maladies cryptogamiques qui souvent compromettent les récoltes; elle favorise en même temps la levée des semences et assure une meilleure utilisation de leurs réserves, d'où un excès de production végétale qui est sensible dès le début de leur développement.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les chaleurs de combustion et la composition des os du squelette, en fonction de l'âge, chez les cobayes.* Note de M. **J. Tribot**, présentée par M. Alfred Giard.

Dans nos précédentes Notes ([1]) en vue de l'étude de l'évaluation de la fonction E_F de M. Ernest Solvay ([2]), nous avons résumé les résultats obtenus sur l'évolution des tissus nerveux et musculaire d'un certain nombre de cobayes, en fonction de l'âge, au point de vue chimique et calorimétrique.

Nous avons complété ce travail en déterminant, en même temps que la teneur en matières minérales et en matières organiques des os du squelette chez le cobaye, leur composition en P^2O^5, leur teneur en eau et leurs chaleurs de combustion.

Les matériaux nécessaires à notre étude nous ont été obligeamment fournis par M^lle Stéfanowska.

Dans la majorité des cas, les squelettes ont été nettoyés avec de la soude caustique à 30-35 pour 100, ils séjournaient environ une demi-heure dans la solution caustique chaude et étaient ensuite lavés dans un fort courant d'eau froide.

Le tissu osseux a été obtenu à l'état sec par exposition à l'air libre, en plein été.

Les résultats obtenus sont condensés dans le Tableau suivant :

([1]) *Comptes rendus*, 27 mars 1905 et 5 juin 1905.

([2]) *Notes sur des formules d'introduction à l'Énergétique*, fasc. 1 des *Notes et Mémoires de l'Institut de Sociologie*, p. 7.

Sexe.	Age.	Poids total de l'animal.	Poids du squelette frais.	Poids du squelette sec.	Sur 100 parties du squelette sec. Cendres.	Sur 100 parties du squelette sec. Matières organiques.	P^2O^5 sur 100 parties de cendres.	P^2O^5 rapporté à 100g du poids de l'animal.	Chaleurs de combustion prises sur le squelette sec.
		g	g	g					Cal
Mâle....	15 jours	?	15,2	?	39,992	60,008	44,564	?	2,231
Mâle....	15 »	169	15	6,7	50,664	49,356	43,762	0,922	2,395
Femelle.	15 »	154	15,2	8,5	38,613	61,387	40,100	0,854	2,593
Mâle....	37 »	228	18	9	58,160	41,840	38,400	0,881	1,870
Mâle....	65 »	360	22,6	16,3	59,333	40,667	39,370	1,057	1,854
Femelle.	65 »	325,5	19,5	14,2	58,387	41,613	40,842	1,040	?
Mâle....	150 »	756,5	37	27	65,507	34,493	40,222	0,940	1,785
Femelle.	405 »	987,5	41	33,3	61,337	38,863	46,780	0,967	1,817
Femelle.	555 »	900	61	44	58,729	41,271	49,285	1,414	1,832
Mâle....	600 »	989	51,7	43,2	62,039	37,961	40,223	1,090	1,809
Femelle.	900 »	1086	55	40	62,055	37,945	40,501	0,925	1,798
Mâle....	960 »	1066	68	51	59,007	40,993	39,793	1,123	1,925
Mâle....	1095 »	750	62	45,5	60,353	39,647	37,161	1,373	1,844
Mâle....	1110 »	950	64	47	?	?	39,890	?	?

On voit d'après ce Tableau que :

1° La teneur en matières minérales passe par un maximum, lequel est atteint vers le cent-cinquantième jour, puis décroît jusqu'aux environs de 555 jours, époque à laquelle elle devient sensiblement constante;

2° La teneur en P^2O^5 passe par un minimum vers le trente-septième jour et atteint un maximum aux environs de 555 jours, pour devenir ensuite à peu près constante;

3° La teneur en eau passe par un minimum vers 65 jours et un maximum vers 980 jours, qui est conservé sensiblement;

4° Si l'on rapporte les chiffres de P^2O^5 obtenus pour 100 parties de cendres à 100g du poids de l'animal, on a une courbe qui a sensiblement la même allure que la précédente, le maximum étant atteint vers le cinq cent cinquante-cinquième jour;

5° La chaleur de combustion passe par un maximum dans les premiers jours de la croissance et atteint son minimum vers le cent-cinquantième jour.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le noyau des hématies du sang des oiseaux.* Note de MM. **M. Piettre** et **A. Vila**, présentée par M. E. Roux.

Des deux variétés de globules rouges, nucléés et anucléés, que l'on trouve dans le sang des animaux, les premiers nous ont paru particulièrement intéressants, car, tout en jouant le même rôle dans la respiration, ils ont une structure histologique très voisine de la structure cellulaire classique. Ils possèdent en effet un noyau très bien caractérisé dont le volume et la masse occupent une place considérable dans l'édifice cellulaire.

Nous avons pensé que l'étude analytique du noyau permettrait de comparer l'importance relative des éléments entrant dans sa composition chimique.

I. Le sang d'oiseau, dès sa sortie des vaisseaux, est défibriné avec soin par une agitation prolongée. Une première centrifugation permet, après repos, d'enlever par décantation la majeure partie du sérum, puis on lave abondamment les globules avec une solution d'eau salée à 8,5 pour 1000.

Dans une de nos expériences nous avons lavé $1^l,3$ de sang de poulet (*gallus domesticus*) dans 20^l d'eau salée isotonique.

Dans une deuxième expérience, plus laborieuse, 10^l de sang de pigeon ont été traités par 90^l de solution physiologique. Pour isoler sans pertes les hématies en suspension dans de telles masses de liquide, nous employons une centrifugeuse tournant à 3000 tours par minute, dont la vitesse tangentielle est de 11^m à la seconde. Cette machine permet d'obtenir rapidement une boue globulaire exempte de sérum, remarquable par la constance de sa densité ($d = 1,11$), même pour le sang d'espèces très différentes.

En rapportant chaque expérience à un même volume, on trouve que :

100^{cm^3}	de sang de	poulet	donnent	28^{cm^3}	de ce magma globulaire
100	»	pigeon	»	36	»
100	»	cheval	»	40	»
100	»	mouton	»	25	»
100	»	porc	»	26	»
100	»	chien	»	46	»
100	»	cobaye	»	30	»

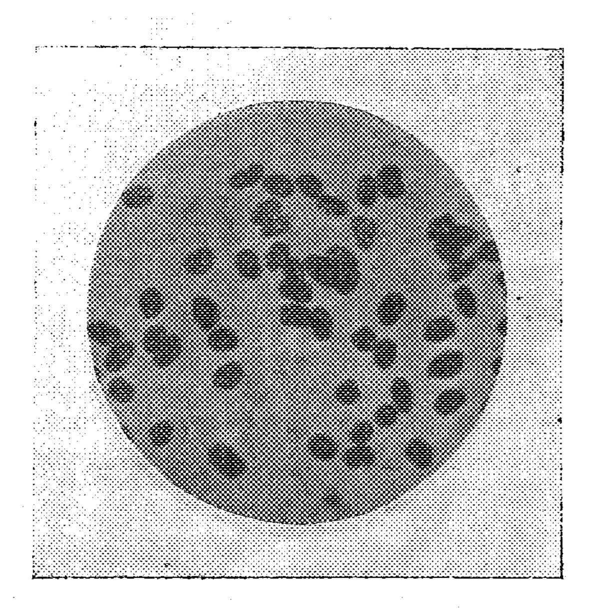
II. Les hématies nucléées sont mises en suspension homogène dans de l'eau salée physiologique; on emploie 120^{cm^3} de globules lavées pour 500^{cm^3} de solution isotonique; cette liqueur est versée par petite quantité dans

10^l d'eau distillée contenant $\frac{1}{1000}$ d'acide formique glacial. Il importe d'agiter constamment pendant le mélange. D'abord colorée en rouge par l'oxyhémoglobine, la masse liquide vire au brun et l'on voit se former de fines particules grisâtres qui ne se déposent que lentement et d'une façon incomplète : ce sont des *noyaux*.

Pour les isoler il faut encore recourir à la centrifugation.

Au moyen d'une machine centrifuge, ayant une vitesse tangentielle de 65^m par seconde, nous avons pu, en une seule opération et en moins d'une heure, séparer les noyaux restés en suspension dans 50^l de liqueur formique. Le chemin parcouru par chaque particule solide atteignit 4^{km} par minute. Avec 100$^{cm^3}$ d'émulsion globulaire $d = 1,11$ on recueille 5^g,2 de noyaux secs. Si l'on rapporte ce chiffre au sang en nature on trouve que

1^l de sang de poulet peut fournir 14^g,5 de noyaux secs,
1^l de sang de pigeon » 18^g,7 »



Les noyaux préparés par cette méthode sont histologiquement purs; ils ont conservé la forme, le volume et les réactions colorées qu'ils possèdent dans le globule rouge. Nous devons à l'obligeance de MM. Burais et Jeantet la photographie d'une préparation colorée à l'hématéine.

Les noyaux après centrifugation forment une masse humide grisâtre; on les lave sur filtre à l'eau distillée; on fait la dessiccation dans le vide et l'on épuise à l'éther. Ce dissolvant enlève de 2 à 3 pour 100 de matières grasses.

La partie insoluble est soumise à l'analyse chimique dont voici résumées les indications :

Éléments nucléés.		C.	H.	N.	P total.	Reste minéral.
Columba domestica	I....	48,60	6,56	15,60	»	3,81
	II....	48,00	6,67	15,94	2,50	»
Gallus domesticus.	I....	49,80	6,60	15,92	2,90	3,35
	II....	49,31	6,77	15,51	3,24	»

Il ressort de ces dosages que le phosphore est un élément prédominant dans la composition de la substance nucléée des hématies d'oiseaux et qu'il y existe en forte proportion à l'état de combinaison organique.

En effet, si l'on transforme en anhydride phosphorique la quantité de phosphore trouvée, on voit que le nombre calculé est égal ou supérieur au poids total de cendres ; et, en comparant le phosphore du noyau au fer du globule, on constate que 100^g d'oxyhémoglobine et 14^g de noyaux (rendement de 1^l de sang de poulet) contiennent $0^g,33$ de fer et $0^g,44$ de phosphore. Mais si l'on rapporte, respectivement, chaque élément à la substance qu'il caractérise, le phosphore, nous l'avons vu, étant 3,2 pour 100, le fer reste 0,33 pour 100. Cependant ces chiffres si suggestifs n'expriment qu'incomplètement la prépondérance que le phosphore possède en réalité ; car, en calculant les poids atomiques on trouve que, si dans l'oxyhémoglobine le fer (56) est pris comme unité, dans le noyau le phosphore (31) sera 14 fois environ plus élevé.

GÉOLOGIE. — *Sur les glaciers pléistocènes dans les vallées d'Andorre et dans les hautes vallées espagnoles environnantes.* Note de M. MARCEL CHEVALIER.

Dans une Note précédente (12 mars 1906) je signalais l'existence, dans le cours supérieur du *Valira*, d'un grand glacier pléistocène dont la moraine frontale, lors de la plus grande extension des glaces, s'étalait aux environs de *Santa Coloma* (1030^m).

Depuis ce point, et dans tout son cours inférieur jusqu'à sa jonction avec *la Sègre*, le Valira n'offre plus aucune trace glaciaire. En remontant la vallée de la Sègre jusqu'à *Puigcerda*, j'ai pu faire quelques observations sur l'extension des glaces pendant le quaternaire, observations qui corroborent ce que l'on savait déjà, c'est-à-dire que les glaciers pléistocènes

eurent une étendue beaucoup plus considérable sur le versant français que sur le versant espagnol.

Si les glaciers ont pu assez largement s'étaler en Andorre, cela tient surtout à la situation particulière du petit État.

Tout le pays, en effet, situé entre deux hautes crêtes sensiblement parallèles et orientées ouest-est, forme une sorte de bassin fermé qui fut très favorable à l'accumulation de la glace.

Le versant espagnol ne commence en réalité que sur le flanc sud de la crête jalonnée par les pics de *Campcardos, Tossa Plana, Pedrafitta*. Ce versant, qui forme toute la rive droite de la Sègre, de Puigcerda à la *Seu d'Urgell,* est sillonné de petites vallées perpendiculaires à la vallée principale orientée O.-E. Toutes ces petites vallées ne portent de traces glaciaires que dans leur cours le plus supérieur. Elles ont une allure torrentielle qui permet de croire que la plupart ont une origine récente et que leur creusement fut contemporain de l'extension des glaciers dans les vallées pliocènes du Valira, du *Riu Grimaü,* du *Riu de Carol,* de l'*Orlu,* l'*Ariège,* l'*Aston,* etc.

Quant à la vallée principale de la Sègre, je n'y ai observé aucune trace glaciaire dans son cours, de la Seu d'Urgell à Puigcerda. Son origine est pourtant pliocène et elle servit très probablement de déversoir au lac qui occupait les Cerdagnes actuelles, antérieurement à la période glaciaire.

Nous pensons que cette dissemblance si marquée de l'extension des glaciers sur le versant français (vallées de l'Ariège et de ses affluents) et sur le versant espagnol (vallées de la Sègre et de ses affluents) est due surtout aux conditions climatériques.

Il dut se passer un phénomène comparable à celui qu'on observe actuellement dans les Alpes sous le nom de *Fœhn*.

Les courants d'air humide, venus du NO, obligés de franchir des cimes de plus de 3000^{m}, arrivaient à ces hauteurs à une température très basse. En retombant sur le versant méridional ils se réchauffaient assez pour acquérir une température capable de provoquer la fusion d'une grande quantité de glace. Les eaux qui provenaient de cette fusion donnaient naissance à de nombreux torrents qui ont creusé les petites vallées que nous signalons plus haut.

Les vents plus chauds mais aussi plus secs, venant du Midi et s'élevant du versant espagnol pour descendre sur le versant français, reprenaient leur température initiale pas assez élevée pour provoquer une grande fusion de la glace dans les régions où les phénomènes glaciaires étaient pour ainsi dire exagérés. En effet, ces vents humides du NO provoquaient sur le versant français des chutes de neige beaucoup plus abondantes que les vents chauds du S n'en provoquaient sur le versant espagnol. Cette abondance

de neige sur le versant N a permis la formation dans les vallées secondaires de glaciers importants qui se sont réunis entre eux dans la vallée principale (vallée de l'Ariège) et ont pu pousser leur moraine frontale bien au delà de *Tarascon* situé à 475^m d'altitude.

Au contraire, dans le bassin de la Sègre, les glaciers n'ont pu acquérir une très grande importance. Les plus considérables ont laissé leurs moraines frontales à *Angoustrine* (1305^m), Puigcerda (1200^m), Santa Coloma (1030^m). D'autres sont restés localisés sur les flancs des hautes cimes de Pedrafitta, Tossa Plana, Campcardos, souvent à l'état de glaciers suspendus.

Jamais les glaciers des vallées secondaires de la Sègre n'ont pu se réunir dans la vallée principale pour descendre jusqu'à la Seu d'Urgell, pourtant située à une altitude supérieure de 215^m à celle de Tarascon.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Contribution à la flore tertiaire du Maroc septentrional.* Note de M. **Ed. Bonnet**, présentée par M. Zeiller.

M. Gaston Buchet a récemment adressé au Muséum une petite collection de plantes fossiles dont l'étude m'a fourni, sur la flore tertiaire du Maroc septentrional, encore si peu connue, quelques renseignements que je me permets de communiquer à l'Académie.

Les fossiles recueillis par M. Buchet proviennent de quatre gisements différents :

1° Environs de Tanger, calcaire grisâtre, compact, avec empreintes de *Zonarites alcicornis* F. O.

2° Bords de l'oued Baroud, entre Tétouan et le Fondouk, calcaire grisâtre, en plaques assez minces, contenant de nombreuses empreintes de *Chondrites arbuscula* F. O.

3° Environs de Tétouan, calcaire blanc, friable, avec nombreuses empreintes de *Ch. Targionii* Sternb., *Ch. arbuscula* F. O., *Ch. intricatus* Sternb. et *Ch. expansus* F. O.; ces trois dernières Algues ne constituant, à mon avis, que des formes ou tout au plus des variétés du *Ch. Targionii* dont il est impossible de les séparer par des différences vraiment spécifiques. Toutes ces Algues, caractéristiques du Flysch de la Suisse, ont été retrouvées dans le nord de l'Italie, le sud-ouest de la France et le nord-ouest de l'Espagne; les échantillons recueillis par M. Buchet nous apprennent, en outre, que les lagunes saumâtres du Flysch, avec leur végétation de Fucoïdes, ont occupé le nord du Maroc et se sont même avancées jusque sur la côte atlantique, car j'ai retrouvé le *Ch. arbuscula* dans des fragments d'argile schisteuse récoltés par M. Mellerio sur les bords de l'oued Melah à 20^{km} NE de Casa Blanca.

Un dernier gisement exploré par M. Buchet près de Tétouan, entre le

cimetière juif et le cimetière arabe, est constitué par des tufs calcaires, pliocènes, avec moules de fruits et empreintes de feuilles dont la nervation est le plus souvent assez mal conservée; j'y ai cependant reconnu trois espèces :

1° *Apollonias canariensis* Nees, représenté par de nombreuses empreintes de feuilles et moules de fruits qui offrent les mêmes variations que l'on observe aujourd'hui dans la plante vivante. L'*Apollonias* est actuellement cantonné aux Canaries et à Madère, il a été observé à l'état fossile dans le Pliocène de Meximieux et de l'Italie centrale.

2° Feuilles de *Cinnamomum Scheuchzeri* Heer, espèce très variable et assez commune dans la molasse suisse, mais qui se retrouve à différents étages de l'Éocène et du Miocène dans les environs de Vienne et à Bilin, en Italie dans le Val d'Arno et à Sinigaglia; en France, à Aix, à Manosque et à Céreste; enfin en Espagne, aux environs de Barcelone, où elle persiste jusque dans le Pliocène d'après M. J. Almera [1].

3° Feuilles de *Salix angusta* Heer, espèce souvent associée avec la précédente à Œningen, Bilin, Sinigaglia, Céreste et aussi à Barcelone (J. Almera).

4° Enfin, ces mêmes tufs contiennent encore des fragments de feuilles et de tiges et le moule d'un rhizôme d'une Graminée, spécifiquement indéterminable, mais qui paraît appartenir au genre *Phragmites*.

De ce qui précède on peut donc conclure qu'au Maroc septentrional, de même que dans le nord-est de l'Espagne, les conditions climatériques ne s'étant pas sensiblement modifiées ont permis à certaines espèces telles que les *Cinnamomum Scheuchzeri* et *Salix angusta* de persister jusque dans le Pliocène, alors que, dans l'Europe centrale et la vallée du Rhône, elles avaient, par suite du changement de climat, disparu dès la fin de la période miocène.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations d'ombres volantes au lever et au coucher du Soleil.* Note de M. Cl. **Rozet**, présentée par M. Wolf.

L'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905 a remis en question le curieux phénomène connu sous le nom d'*ombres volantes*. Malgré les descriptions très complètes et les recherches de nombreux observateurs et physiciens, la cause de ces ombres est encore mal connue, pour la raison qu'elles n'ont

(1) *Cf.* J. Almera, *Bol. Com. d. Mapa geol. de España,* t. XXII, p. 145 et suiv. et *Bull. Soc. geol. Fr., excursions,* t. XXVI, p. 760. — R. Zeiller, *Rev. gén. de Bot.,* t. XV, p. 396.

guère été observées jusqu'à présent que pendant les éclipses totales de Soleil, si peu fréquentes.

Le 14 décembre dernier, mon confrère Dom M. Amann, en regardant par hasard une cloison éclairée par les premiers rayons du Soleil qui commençait à paraître au-dessus d'une montagne, aperçut des bandes sombres très distinctes, se déplaçant avec rapidité. L'analogie de ces ombres avec celles qui se produisent lors d'une éclipse de Soleil, avant et après la totalité, m'incita à observer régulièrement le lever et le coucher du Soleil pour étudier les diverses conditions dans lesquelles elles peuvent se former.

Je disposai donc à l'intérieur d'un appartement un écran blanc recevant par une fenêtre ouverte la lumière du Soleil à son lever ou à son coucher. Quand les conditions sont favorables, on aperçoit, dès que le Soleil commence à paraître, des bandes sombres plus ou moins espacées, parcourant la portion éclairée de l'écran à une vitesse variable suivant les circonstances.

Ces bandes, très distinctes, généralement droites [1] et parallèles, ne sauraient être confondues avec les ombres très irrégulières produites par l'air en mouvement devant l'écran. Plusieurs fois, notamment le 14 décembre, elles furent assez fortes pour être vues sur un écran, quoique la lumière solaire eût à traverser les vitres d'une fenêtre presque entièrement couvertes de buée; d'autres fois, au contraire, elles ne se sont pas produites, malgré un ciel sans nuages.

L'examen des 75 observations faites jusqu'à ce jour, dans des conditions atmosphériques très diverses, permet de faire les remarques suivantes :

1° L'orientation des bandes sombres, sur un écran perpendiculaire aux rayons solaires, est *constamment parallèle à la partie de l'arête de la montagne* où le Soleil se lève ou se couche;

2° La direction de leur déplacement est *toujours perpendiculaire à leur orientation;* mais ce déplacement peut se faire dans deux sens opposés que nous appellerons *sens direct* et *sens rétrograde*. Les bandes semblent, dans le sens direct, tomber, c'est-à-dire pénétrer dans l'ombre de la montagne projetée sur l'écran; dans le sens rétrograde, s'élever, c'est-à-dire sortir de cette ombre. Elles peuvent se diriger dans l'un ou l'autre sens tant au lever qu'au coucher du Soleil; même dans les apparitions et disparitions très rapprochées, causées par les échancrures de la montagne, leur direction peut varier.

Dans la même apparition ou disparition, les bandes se déplacent ordinairement dans un seul sens; cependant, plusieurs fois, après avoir suivi pendant quelques secondes le sens direct, elles rétrogradèrent; d'autres fois, l'écran était, au même instant,

---

(1) Quatre fois seulement elles parurent légèrement ondulées.

traversé par deux courants distincts de bandes, d'orientation un peu différente, allant l'un dans le sens direct et l'autre dans le sens rétrograde.

3° La vitesse des bandes peut différer beaucoup d'une observation à l'autre. Jusqu'à présent j'ai pu constater qu'elle a une relation à peu près certaine avec la force du vent : les mouvements rapides, en effet, correspondent aux grands vents et les déplacements lents à une atmosphère calme ou peu agitée. Les plus grandes vitesses atteignent approximativement 6^m à 8^m à la seconde, les moindres 1^m à 2^m (rarement 1^m), et la vitesse ordinaire 2^m à 4^m.

4° Les bandes se montrent dès que le Soleil apparaît. Pour qu'elles se produisent, il n'est pas nécessaire que la surface éclairante soit très réduite. Parfois elles n'arrivent que 2 ou 3 secondes après le commencement du lever et cessent de même quelques secondes avant le coucher complet; alors leur déplacement se fait dans le sens rétrograde.

Quand l'apparition ou la disparition du Soleil se fait derrière une arête perpendiculaire à son mouvement apparent, la durée ordinaire de la visibilité de ces bandes est de 12 à 15 secondes; une fois même on commença à les voir alors que le quart de la surface solaire était encore visible.

5° D'abord faibles, larges et très espacées, les bandes deviennent ensuite plus nettes, plus étroites et plus serrées jusqu'à leur cessation complète, tant au lever qu'au coucher du Soleil, quoique l'intensité lumineuse aille en augmentant dans le premier cas et en diminuant dans le second. Quelquefois, au lieu de se suivre à une distance régulièrement décroissante, elles passent par groupes de 5 ou 6. Leur largeur, le plus souvent de 3^{cm} à 4^{cm}, peut varier de 1^{cm} à 7^{cm}, et leur espacement, ordinairement de 3^{cm} à 4^{cm}, peut se réduire à 1^{cm} et s'élever à 20^{cm}. La largeur des bandes et leur espacement paraissent varier avec leur vitesse, c'est-à-dire qu'ils sont plus grands lorsque le déplacement est plus rapide.

6° La teinte des bandes est, sur toute leur longueur, d'un gris uniforme, plus ou moins foncé suivant qu'elles sont plus ou moins étroites. Souvent l'un des bords (le second par rapport à la direction du mouvement) semble mieux défini que l'autre. Quant aux intervalles ils s'illuminèrent quelquefois irrégulièrement et non en raison de l'accroissement de la lumière solaire.

Au cours des observations la distance à l'écran et la hauteur, au-dessus de l'horizon théorique, des arêtes des montagnes interceptant les rayons solaires ont varié respectivement de 6^{km} à 36^{km} et de 3° à 22°. Malgré ces différences notables dans la distance et la hauteur des arêtes, il n'a été constaté aucune modification pouvant leur être attribuée.

Les variations notées paraissent donc en relation avec les conditions atmosphériques.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les courbures du géoïde dans le tunnel du Simplon.* Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. Mascart.

1. M. Eötvös a indiqué en 1896 (*Ann. de Wiedemann*) le moyen de mesurer les dérivées secondes du potentiel newtonien à la surface de la Terre [1]. En particulier, la différence des courbures principales du géoïde et leur direction se déterminent en observant les déviations d'un balancier rectiligne horizontal suspendu à un fil de torsion, pour diverses orientations de l'appareil; en principe, c'est une balance de Cavendish dont les masses attirantes constituées par les inégalités du sol sont fixes; on change leur action sur le balancier en faisant tourner toute la balance dans différents azimuts au lieu de faire tourner les masses attirantes autour de la balance.

J'ai donné, depuis plusieurs années déjà, à l'appareil imaginé par M. Eötvös une forme particulièrement adaptée aux mesures rapides [2]. Le balancier a 33^{cm} de longueur et pèse environ 200^{g}; il est formé d'une tige de cuivre terminée par deux disques épais orientés dans le plan de la suspension; chacun de ces disques est entouré d'un cylindre mince de 5^{cm} environ de longueur, qui se meut entre des cylindres fixes avec moins de 2^{mm} de jeu, ce qui amortit rapidement les oscillations par le même mécanisme que dans la balance de Curie. Le balancier est supporté par un ruban de torsion en platine iridié de 35^{cm} de longueur, $0^{mm},4$ de largeur et $0^{mm},025$ d'épaisseur environ. La durée d'une oscillation complète est de 559 secondes quand l'amortissement est supprimé.

Au balancier est fixé le spath mobile de la combinaison biréfringente qui me sert à lire les déviations [3]; la lame demi-onde et le second spath sont fixés à la partie inférieure d'une colonne métallique creuse dont l'axe est occupé par le fil de torsion, suspendu à la partie supérieure de la colonne. Cette colonne repose dans le reste de l'appareil par l'intermédiaire de couches d'ouate et de feutre, qui ne transmettent aucune vibration. Le reste de l'appareil optique est fixé à la boîte extérieure.

Une triple enceinte métallique établit l'uniformité de la température intérieure lorsque la variation de la température extérieure n'est pas trop rapide. Tout l'appa-

(1) Voir aussi Eötvös, *Congrès international de Physique*, t. III, 1900, p. 371-390.

(2) *Notice sur les travaux scientifiques* de M. Brillouin, p. 51. Gauthier-Villars.

(3) *Mesure des très petits angles de rotation* (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 786).

reil est mobile autour d'un axe vertical; il est muni de niveaux et d'une lunette auxiliaire pour fixer l'azimut.

L'appareil étant installé sur un solide trépied en bois, on fait des mesures de déviation dans 5 azimuts de 45° en 45°, la dernière servant de contrôle. Chacune de ces mesures exige seulement 20 à 25 minutes; avec la durée de déballage, de mise en place et d'emballage, chaque station exige à peu près 3 heures. L'appareil emballé pèse environ 50^{kg}; il est aisément porté, en palanquin, par deux hommes, et le trépied par un troisième.

Dans mon appareil, une division (0″,93 environ) correspond à une différence des courbures ($R_1^{-1} - R_2^{-1}$) égale à $1,25.10^{-12}$ (C.G.S.). L'ellipsoïde donnerait seulement quatre divisions.

2. Grâce à l'aimable intervention de M. Guillaume, et à la courtoisie de la Commission géodésique suisse, j'ai pu mettre à profit une interruption de 5 jours dans les travaux du tunnel du Simplon, employée par cette Commission à une mesure rapide de la longueur du tunnel au moyen des fils *invar*. Il ne m'appartient pas de parler du remarquable succès de cette mesure, mais je tiens à dire quel excellent souvenir je garde de l'accueil cordial que m'ont fait MM. Gautier, Riggenbach et Rosenmund, et de l'aide empressée que j'ai trouvée auprès des ingénieurs du tunnel, MM. Rolla, Isaak et Peter, ainsi que de la Compagnie des Chemins de fer fédéraux.

Le tunnel principal est orienté sensiblement du Nord-Ouest au Sud-Est; il a un peu moins de 20^{km}, des chambres de 3^m sur 3^m et $2^m,50$ de hauteur sont creusées de kilomètre en kilomètre sur le côté Ouest; de 5^{km} en 5^{km} elles sont remplacées par des chambres plus grandes de 4^m sur 6^m. C'est au centre de chacune de ces chambres que j'ai fait mes mesures. Au milieu du tunnel est une station de garage, dont je me suis tenu éloigné. J'ai fait aussi deux mesures dans l'axe de la voie.

Ces cavités, tunnel et chambres, produisent à elles seules, indépendamment du relief extérieur, une action considérable, différente suivant qu'il s'agit du tunnel, des petites chambres, ou des grandes chambres. Mais la symétrie de ces cavités donnerait aux rayons de courbure principaux du géoïde la direction parallèle et perpendiculaire au tunnel. Le Tableau suivant contient la torsion, en divisions de mon appareil, pour l'azimut perpendiculaire au tunnel, et à 45° de cet azimut; dans ce dernier azimut, l'action du tunnel se combine avec celle des masses extérieures; je la discuterai plus tard; mais dans le premier azimut, perpendiculaire au tunnel, l'action est entièrement due au relief extérieur de la chaîne qui surmonte le tunnel, et indépendante du tunnel.

Tableau des résultats.

Petites chambres (depuis Brigue).	Torsion perp. au tunnel.	Torsion à 45° du tunnel.
km 1.....	+ 50	+476
2.....	− 6	+449
4.....	0	+236
5.....	−131	+263
6.....	−232	+213
7.....	−109	+200
11.....	− 83	+273
12.....	− 39	+201
14.....	+ 4	+287
15.....	− 26	+389
16.....	+ 61	+495
17.....	+ 94	+314

Grandes chambres.	Torsion perp. au tunnel.	Torsion à 45° du tunnel.
km 8.....	−72	+410
13.....	+27	+569
Voie près de 16.....	+78	−931
près de 17.....	+77	−991
Observatoire de Brigue, au nord du Rhône.	−610	+270

Les observations dans le tunnel, au nombre de 16, ont pu être effectuées en 5 séjours de 13 à 16 heures chacun, transports compris; pour 3 d'entre elles, il a été fait, à titre de contrôle, 8 azimuts. En général, l'incertitude ne dépasse pas 5 divisions; elle dépasse un peu 10 divisions au kilomètre 2 et sur la voie; un peu plus à l'observatoire, mal clos.

L'ellipticité du géoïde dépasse 50 *à* 100 *fois celle de l'ellipsoïde; elle est très variable en grandeur et en direction dans l'intérieur du tunnel, et très différente de ce qu'elle est à l'extérieur.* L'examen des résultats de la première colonne suffit à l'établir; les grandes variations dans la seconde colonne le confirment.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Résultats des sondages aériens dans la région des alizés.* Note de MM. **L. Rotch** et **L. Teisserenc de Bort**, présentée par M. Mascart.

Dans une première Note nous avons exposé les résultats des sondages aériens par ballons au point de vue du régime des vents à diverses hauteurs dans la région des alizés.

Nous donnons aujourd'hui quelques résultats complémentaires. Outre les ascensions de ballons, il a été fait des ascensions de cerfs-volants ;

1° entre Boston et les Açores, par M. Clayton, à bord du paquebot *Romanie*; 2° par MM. Clayton et Maurice sur l'*Otaria*. Enfin de nouveaux sondages viennent d'être exécutés en février 1906 en pleine mer dans la région des Canaries sur le même bateau.

Bien que les ascensions de cerfs-volants n'aient pu atteindre de grandes hauteurs à cause d'un défaut d'installation, ces observations montrent l'opposition qui existe entre les deux côtés du maximum barométrique. Sur le côté occidental où soufflent les vents de Sud-Ouest, la décroissance de température dans les couches basses est beaucoup plus lente que sur le côté Est; la décroissance a été trouvée de : $0°,30$ par 100^m sur le côté Ouest et de $0°,80$ sur le côté Est jusqu'à une hauteur de 800^m; à 1000^m l'écart est moins grand.

Il y a d'ailleurs une différence notable entre les deux côtés du maximum barométrique, la partie Est étant occupée dans les couches basses par des vents descendants, comme le prouvent la diminution de l'état hygrométrique avec la hauteur, et la décroissance rapide de la vitesse du vent dans la verticale.

Les petits nuages produits dans la région nord des alizés paraissent dus à la vapeur d'eau s'élevant de l'Océan par son mouvement de diffusion lent, comme cela a lieu sur les terres dans les maxima barométriques. La forme de ces nuages est d'ailleurs caractéristique, ce sont les cumulus plats des anticyclones.

Depuis la publication de notre Note, M. le professeur Hergesell a exposé dans les *Comptes rendus* les résultats de sa nouvelle croisière faite en 1905 à bord de la *Princesse-Alice,* au cours de laquelle il a pu, grâce à une méthode fort ingénieuse, lancer des ballons-sondes avec instruments et les récupérer ensuite, ce qui sera un précieux moyen d'investigation pour la Météorologie lorsque le vent reste faible ou modéré.

Nous avons vu avec intérêt qu'un des ballons lancé au large des Canaries a donné des résultats semblables à ceux qu'on obtient au voisinage de ces îles, et a rencontré des couches intriquées de Sud-Est et de Sud-Ouest au-dessus de l'alizé. Nous avons constaté avec plaisir que M. Hergesell ne conteste plus la possibilité du contre-alizé à une latitude voisine des Canaries, se bornant à conclure que, dans la partie centrale de l'Atlantique, il a rencontré presque exclusivement des vents de Nord-Ouest, et qu'ainsi « *le chemin que suivent les courants ramenant l'air de l'équateur paraît en effet moins simple qu'on ne l'avait admis, il semble dépendre de la répartition des continents et des océans* ».

L'étude des isobares journalières sur l'Océan montre, en effet, que la

pression n'est pas distribuée en bandes uniformes et que les isobares sont infléchies partout par l'influence de la distribution de température liée à celle des terres et des mers, relations que l'un de nous a démontrées par l'étude des isonomales il y a plus de 20 ans ([1]).

Il semble donc qu'il doit y avoir certaines zones où le contre-alizé est plus régulier qu'ailleurs, et la zone du cap Vert aux Canaries est certainement parmi celles-là. Mais cette constatation même est contraire à l'idée que les vents supérieurs de Sud-Est à Sud-Ouest, observés près de ces îles et considérés comme une preuve classique du contre-alizé, soient dus à une influence locale, comme M. Hergesell a paru le croire dans sa première Note et l'a encore affirmé dans sa dernière Communication à l'Académie.

Pour dissiper toute espèce de doute, nous reproduisons ici les résultats des nouveaux sondages faits en pleine mer, au large des Canaries, en février 1906, par MM. Maurice et Nilsson.

13 février. — 19°52 lat. W, 27°50 lat. N, vent ENE jusqu'à 2850^{m}, puis NW jusqu'à 3680^{m}, SW jusqu'au point culminant du ballon, 5200^{m}.

13 février.— 20°17 lat. W, 26°45 lat. N, vent ENE jusqu'à 1800^{m}, puis SSE jusqu'à 2000^{m}, ensuite N, à 2450^{m} SW jusqu'à 4150^{m}, puis couche de 500^{m} de NW, ensuite SW jusqu'au point culminant 5100^{m}.

14 février. — 21°5 lat. W, 25°54 lat. N, vent NE passant à N jusqu'à 1300^{m}, puis NW jusqu'à 2600^{m}, ensuite SW à SSW jusqu'au point culminant du ballon 500^{m}.

14 février. — 21°7 lat. W, 25°48 lat. N, vent NE passant à N jusqu'à 1300^{m}, puis NW jusqu'à 3800^{m}, ensuite vent fort de SW à W jusqu'au point culminant 5200^{m}.

15 février. — 22° lat. W, 25° lat. N, vent NE jusqu'à 2300^{m}, NW 2300^{m} à 3000^{m}, SW jusqu'à 3250^{m}, WNW passant à N jusqu'à 3950^{m}, puis WSW jusqu'au point culminant 4100^{m}.

Voici, d'autre part, la direction des nuages élevés observés dans ces parages :

14 février, cirrus S 50° W (4 obs.); 15 février, alto-cumulus NE, cirrus S 30° W (2 obs.); 16 février, cirrus S 45° W; 22 février, à Sainte-Croix-de-Ténériffe, cirrus S 60° W.

Comme on peut le voir, le contre-alizé est toujours indiqué tant par les ballons que par la direction des nuages, et l'on retrouve la constitution en couches feuilletées de l'atmosphère déjà indiquee par nos précédentes observations.

([1]) Teisserenc de Bort, *Sur les relations entre la répartition de la température et de la pression barométrique à la surface du globe* (*Comptes rendus,* novembre 1879).

Les vents de Nord-Ouest (contre-alizé de M. Hergesell) n'ont pas dans cette région l'épaisseur qui leur a été attribuée, puisqu'ils font place au contre-alizé classique des régions Sud entre 2500^{m} et 4000^{m}.

Les observations des courants de retour de l'Équateur faites depuis longtemps, sur le pic de Ténériffe, correspondent donc à un phénomène général et sont identiques à celles qu'on obtient en pleine mer.

M. ÉDOUARD PEYRUSSON adresse une Note *Sur la température du Soleil.*

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 AVRIL 1906.

(Suite.)

Annuaire de l'Université catholique de Louvain, 1906; 70^{e} année. Louvain; 1 vol. in-12.

Université catholique de Louvain. Programme des Cours, année académique 1905-1906. Louvain, 1905; 1 fasc. in-12.

Bergens-Museum. Aarsberetning for 1905. Bergen, 1906; 1 fasc. in-8°.

Annual Report of the imperial department of Agriculture, for the year 1904-1905. Calcutta, 1906; 1 fasc. in-8°.

Rendiconti del Circolo matematico di Palermo; t. XXI, fasc. I, anno 1906, gennajo-febbrajo. Palerme, 1 vol. in-8°.

Annales de l'Observatoire royal de Belgique; nouvelle série : *Physique du Globe;* t. III, fasc. 1. Bruxelles, 1905; 1 vol. in-4°.

Boletin mensual del Observatorio meteorologico del Estado de Oaxaca; ano XIII, 1905-1906, n^{os} 1-6. Oaxaca, 1905; 3 fasc. in-8° oblong.

Records of the geological Survey of India; vol. XXXIII, part I. Calcutta; 1 fasc. in-8°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publ. par la Société

hollandaise des Sciences de Harlem; série II, t. XI, 1re et 2e livraisons. La Haye, Martinus Nijhoff, 1906; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; IVe série, t. XX, n° 1. Bruxelles, 1906; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences et des Lettres de Danemark, 1906, n° 1. Copenhague; 1 fasc. in-8°.

Recueil des travaux botaniques néerlandais, publiés par la Société botanique néerlandaise; vol. I, nos 1-4; vol. II, nos 1-2. Nimègue, F.-E. Macdonald, 1904-1906; 3 vol. in-8°.

Arkiv för Botanik; Bd. V, Häfte 1-2. Upsaal et Stockholm, 1905; 1 vol. in-8°.

Arkiv för Zoologi; Bd. III, Häfte 1. Upsaal et Stockholm, 1906; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 avril 1906.

Internationale Assoziation der Akademien. Vorbericht für die am 30 Mai 1906 zu Wien beginnende Zusammentretung des Ausschusses. Vienne, 1906; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Observatoire de Toulouse. Catalogue photographique du Ciel; t. VII, fasc. 3: *Observations d'Eros.* Paris, Gauthier-Villars, 1906; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Scheinbar lebende weiche Kristalle, von O. Lehmann. (Extr. de *Chemiker-Zeitung,* t. XXX, 1906; n° 1.) Cöthen, 1906. 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent, ainsi que les deux Opuscules suivants et une série de planches photographiques du même auteur.)

Homöotropie und Zwillingsbildung bei fliessend-weich Kristallen, von O. Lehmann. (Extr. de *Annalen der Physik,* 4e série, Vol. XIX, 1906.) Leipzig; 1 fasc. in-8°.

Fliessend-kristallische Trichiten, deren Kraftwirkungen und Bewegungserscheinungen, von O. Lehmann. (Extr. de *Annalen der Physik,* 4e série, Vol. XIX, 1906.) Leipzig; 1 fasc. in-8°.

Paraazoxyzimtsäure-äthylester; Photogr. v. O. Lehmann: nos 1-29. S. l. n. d.; 29 épreuves photographiques in-8°.

Rapport sur les travaux du Bureau central de l'Association géodésique internationale en 1905 *et programme des travaux pour l'exercice de* 1906. Leyde, 1906; 1 fasc. in-4°.

Les légumes annamites, par M. J. Lan. — *Les cultures vivrières au Tonkin,* par M. Bui-Quang-Chiêu. — *Légumes indigènes susceptibles d'être consommés par les Européens,* par M. Pouchat. (Gouvernement général de l'Indo-Chine. *Bulletin économique,* publ. par la Direction de l'Agriculture et du Commerce; n° 48, décembre 1905.) Hanoï, 1905; 1 vol. in-4°.

Sur l'hémolyse par les glycosides globulicides, et les conditions de milieu qui la favorisent ou l'empêchent, par E. Hédon. (Extr. des *Archives internationales de Pharmacodynamie et de Thérapie;* t. VIII.) Bruxelles, H. Lamertin; Paris, O. Doin, 1901; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Membre de l'Institut. Année 1906, n° 1, 1er janvier. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Société des Ingénieurs civils de France : Annuaire de 1906. Paris; 1 vol. in-8°.

La « Normale », machine nouvelle à progresser sur les routes, [par le Dr RIPAULT]. Dijon, H. Sirodot-Carré, 1906; 1 fasc. in-8°.

Carta fotográfica del Cielo. Zona — 9° : hojas nos 127, 137, 151, 152, 153, 156, 160, 170, 171 y 172; Observatorio Marina de San Fernando. Cadix; 10 feuilles in-plano.

Antropometria militare, risultati ottenuti dallo spoglio dei fogli sanitarii delle classi 1859-1863, eseguito d'ordine del Ministero della Guerra presso l'Ispettorato di Sanita militare, sotto la direzione del maggiore medico Dr RIDOLFO LIVI. Rome, 1906. *Texte :* 2 vol. in-4° et *Atlas,* 1 fasc. in-4°.

Memorandum on the age tables and rates of mortality of the Indian Census of 1901, by G.-F. HARDY. Calcutta, Government printing Office, 1905; 1 fasc. in-4°.

Annuaire de l'Université de Sophia, t. I, 1904-1905. Sophia, 1905; 1 vol. in-8°.

Bulletin of the Bureau of Standards; t. I, nos 1, 3. Washington; 2 fasc. in-8°.

Metallurgie, Zeitschrift für das gesammte Hüttenwesen, herausg. v. W. BORCHERS und J. WUST; Bd. III, nos 1, 2. Halle, 1906; 2 fasc. in-8°.

Bulletin du département de l'Agriculture aux Indes néerlandaises; n° 1. Buitenzorg, 1906; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 19 mars 1906.)

Note de M. *Tommaso Boggio,* Nouvelle résolution du problème de l'induction magnétique pour une sphère isotrope :

Page 701, formule (2), *au lieu de*

$$U = \frac{R}{k}\int_\sigma \rho \frac{d\varphi}{d\rho}\frac{d\sigma}{r}; \tag{2}$$

lisez

$$U = \frac{k}{R}\int_\sigma \rho \frac{d\varphi}{d\rho}\frac{d\sigma}{r}. \tag{2}$$

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 17 AVRIL 1906,

PRÉSIDENCE DE M. POINCARÉ

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce le décès, à la date du 27 février, de *M. le Professeur* Langley, correspondant de l'Académie. Il rappelle les travaux qui ont illustré le nom de ce regretté savant et en particulier ses recherches sur le spectre solaire infra-rouge.

A l'occasion des fêtes du second centenaire de la naissance de Franklin, l'Académie décide l'envoi d'une dépêche à l'*American Philosophical Society*, pour lui présenter l'expression de sa sympathie et tous ses vœux pour la science américaine.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire Perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Les Industries de la conservation des aliments, par M. X. Rocques (présenté par M. Müntz).

PHYSIQUE. — *Évaluation des distances foco-faciales des objectifs microscopiques.* Note de M. **L. Malassez.**

La puissance ne peut donner à elle seule une juste idée du pouvoir grossissant des objectifs microscopiques, des grossissements qu'ils sont capables de produire à telle ou telle distance de leur face postérieure. J'en ai cité précédemment des exemples très nets (1). Il faut pour cela lui adjoindre une autre notion et la plus avantageuse, à mon avis, est celle de la distance foco-faciale postérieure, je veux dire la distance comprise entre le foyer postérieur de l'objectif et sa face postérieure.

En effet, si l'on représente par f'_p cette distance quand le foyer postérieur est en arrière de la face postérieure, par f'_a quand il est en avant d'elle et par α la puissance, le grossissement g produit à la distance d' de la face postérieure de l'objectif est donné par les formules :

$$g = \alpha(d' - f'_p) \qquad \text{et} \qquad g = \alpha(d' + f'_a).$$

Aussi ai-je fait de cette distance le second terme, la puissance étant le premier, de la nouvelle notation (2) que j'ai proposée pour désigner ces objectifs, et j'ai cherché à l'évaluer avec exactitude et par les propres moyens de la microscopie, comme je l'avais fait pour la puissance (3), afin que tout micrographe puisse lui-même et sans difficulté faire cette évaluation et appliquer cette notation. Les deux procédés suivants remplissent fort bien ces conditions.

I. Le premier découle des deux formules sus-indiquées, qui deviennent, la distance foco-faciale postérieure étant l'inconnue :

$$f'_p = d' - \frac{g}{\alpha} \qquad \text{et} \qquad f'_a = \frac{g}{\alpha} - d'.$$

---

(1) *Comptes rendus*, 27 novembre et 11 décembre 1905.

(2) *Soc. Biol.*, 8, 15 juillet, 10 décembre 1904, et *Archives d'Anatomie microscopique*, 1904, p. 270.

(3) *Comptes rendus*, 26 mars 1906.

On pourrait aussi évaluer, au lieu d'un grossissement quelconque, le pouvoir grossissant P, celui-ci étant défini, comme je l'ai proposé antérieurement, le grossissement produit à l'unité de distance de la face postérieure des objectifs, les formules précédentes deviennent alors :

$$f'_p = 1 - \frac{P}{\alpha} \qquad \text{et} \qquad f'_a = \frac{P}{\alpha} - 1.$$

II. Le deuxième procédé est direct et purement expérimental : on place l'objectif à examiner sur la platine du microscope, sa face postérieure en haut et l'on met cette face soigneusement au point, après y avoir déposé, si c'est nécessaire, une marque quelconque, une petite tache d'encre, par exemple. On a, d'autre part, orienté le miroir plan du microscope de façon que l'image d'un objet éloigné se trouve renvoyée dans l'axe du microscope. Cette image peut être considérée comme étant au foyer postérieur de l'objectif, si l'objet est suffisamment éloigné ; il suffit donc, pour avoir la distance foco-faciale postérieure cherchée, de la mettre maintenant au point, ce que l'on obtient soit en soulevant le tube du microscope si le foyer postérieur est en arrière de la face postérieure, soit en l'abaissant s'il est en avant d'elle ; puis de mesurer le déplacement qu'il a fallu faire subir au tube du microscope, pour passer de la mise au point de la face postérieure de l'objectif à celle de l'image.

III. J'ai employé également, et comme terme de comparaison, un troisième procédé, qui nécessite l'emploi d'un focomètre Weiss. On sait qu'avec un microscope muni de cet appareil, l'objet examiné se trouve être juste au foyer de l'objectif lorsque son image apparaît nettement au niveau du micromètre oculaire. On n'a donc, cette mise au point étant faite, qu'à mesurer la distance comprise entre l'objet et la face correspondante de l'objectif. Seulement, comme il s'agit ici de la distance foco-faciale postérieure l'objectif doit avoir été placé sens dessus dessous sur le microscope, afin que son foyer et sa face postérieurs se trouvent en bas, du côté de l'objet. Ce dernier procédé n'est applicable, on le conçoit, qu'avec des objectifs dont le foyer postérieur se trouve à une certaine distance en arrière de la face postérieure, tandis que les deux précédents sont toujours applicables, quel que soit le siège du foyer postérieur.

J'indique ici les résultats que j'ai obtenus en examinant quelques objectifs de forces très différentes, les mêmes que ceux dont j'ai précédemment donné la puissance ([1]).

On le voit, ces résultats sont pour la plupart très concordants, malgré la diversité des procédés employés.

J'ajouterai que ces procédés peuvent également servir à évaluer la distance foco-faciale antérieure, qui elle aussi est parfois très utile à connaître ; et que connaissant les distances foco-faciales antérieure et postérieure, ainsi que la puissance, on peut déduire les distances nodo-faciales antérieure et postérieure, c'est-à-dire les distances comprises entre les points nodaux et les faces correspondantes, donc savoir le siège de ces points.

([1]) *Comptes rendus*, 26 mars 1906.

Objectifs.		Distances foco-faciales postérieures (1). I^{er} procédé.	II^{e} procédé.	Focomètre Weiss.
A sec :				
00 Verick........	p	34,80	34,50-35	35,10-35,20
0 id.	p	19,46	20,00-20,10	20,10-20,20
1 id.	p	8,78	8,40- 8,50	8,50- 8,60
2 id.	p	1,92	2,10- 2,20	3,10
4 id.	a	4,00-4,46	4,60- 4,65	
7 id.	a	3,86	4,00- 4,05	
8 id.	a	3,99-4,44	4,00- 4,05	
A immersion homogène :				
$\frac{1}{16}$ Stiassnie.......	a	4,80	4,20	
$\frac{1}{18}$ id.	a	2,27-3,59	3,20	

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les ferromolybdènes purs : contribution à la recherche de leurs constituants.* Note de M. **Em. Vigouroux**, présentée par M. H. Moissan.

Dans une récente communication (2) nous avons exposé nos deux modes généraux de préparation des ferromolybdènes purs; le tableau ci-après résume nos principaux résultats.

Les culots à 21.09, à 39.04 et à 50.73 pour cent de molybdène, de poids relativement faible, sont obtenus par union directe; les autres sont des culots aluminothermiques pesant entre 100 et 150 gr., rarement plus de 200 gr. Tous ces alliages, homogènes et bien fondus, sont d'aspect grisâtre, grenus, magnétiques, généralement cassants et d'une grande dureté, surtout ceux à teneurs élevées.

Fe^2Mo — Se retire des ferromolybdènes titrant moins de 46.16 p. 100 (nous en indiquons 6); il s'y trouve accompagné de fer libre uniquement. Pour l'isoler, il suffit d'attaquer l'un quelconque d'entre eux par l'acide chlorhydrique en solution d'autant plus concentrée que leur teneur est plus grande (5 à 25 p. 100); s'il passe quelquefois du molybdène, il ne se trouve qu'à l'état de traces négligeables. C'est une substance métallique grise, densité à 0° : 8,90 (Dens. théor. : 8,33), non magnétique. Le chloer commence à l'attaquer lentement dès la température ordinaire; à partir de 250° l'action devient très vive et l'alliage disparaît sous forme de vapeurs rouge foncé. L'oxygène et le soufre agissent, dès le rouge, avec incandescence et la vapeur d'eau dès le rouge

(1) Dans ce Tableau, la lettre *p* indique que le foyer postérieur de l'objectif est en arrière de sa face postérieure, la lettre *a* qu'il est en avant d'elle. Les distances sont exprimées en millimètres.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLII; 9 avril 1906.

sombre. L'acide fluorhydrique dissous est sans action ; très faible, celle de l'acide chlorhydrique également dissous; celle du dernier gaz est peu apparente, de même que celle de l'acide sulfurique étendu. L'acide sulfurique concentré et chaud, l'acide azotique, même étendu et froid, l'eau régale ordinaire ou fluorhydrique produisent une dissolution complète. De même l'iode en suspension dans l'eau et à chaud, (l'eau de chlore agit plus lentement). La potasse en solution n'a pas d'effet; en fusion, son action est vive. Les carbonates alcalins fondus agissent lentement et plus lentement encore l'azotate ou le chlorate de potassium également fondus.

Nature de la matière première et proportions en grammes :	Teneur du culot en Mo p. °/.	Composition p. °/. du résidu après attaque : Fe :	Mo :	Calculé pour :
Fe^2O^3 : 300 MoO^2 : 30 Al : 78	12,50	53,30	46,25	
Fe : 40 Mo : 10 »	21,09	54,24	45,15	Fe^2Mo :
Fe^3O^4 : 450 Mo : 45 Al : 110	23,17	53,21	46,61	Fe — 53,84
Fe^2O^3 : 200 MoO^2 76 Al : 87	35,00	53,79	46,10	Mo — 46,16
Fe : 30 Mo : 20 »	39,04	53,13	45,22	100,00
Fe^3O^4 : 175 MoO^2 : 115 Al : 87	42,66	53,02	45,93	
				Fe^3Mo^2 :
Fe^3O^4 : 175 MoO^2 : 130 Al : 87	49,62	46,96	53,04	Fe — 46,67
Fe : 15 Mo : 15 »	50,73	46,80	53,01	Mo — 53,33
				100,00
Ee^3O^4 : 160 MoO^2 : 140 Al : 70	55,45	37,35	62,13	Fe Mo :
Fe^3O^4 : 175 MoO^2 : 130 Al : 80	56,56	37,18	62,82	Fe — 36,80
Fe^3O^4 : 88 MoO^2 : 77 Al : 45	60,22	36,57	63,07	Mo — 63,20
				100,00
Fe^3O^4 : 160 MoO^2 : 160 Al : 88	69,43	22,84	77,81	$FeMo^2$:
Fe^3O^4 : 150 MoO^2 : 150 Al : 70	70.15	21,90	77,95	Fe — 22,55
Fe^3O^4 : 150 MoO^2 : 150 Al : 75	75,50	22,10	78,07	Me — 77,45
				100,00

Le résidu Fe^3Mo^2, abandonné par deux alliages épuisés à chaud, soit par l'acide chlorhydrique à 30 p. 100 soit par le chlorure cuivrique en solution chlorhydrique, accuse comme densité à 0^0 : 9.16 (D. th. : 8.40). Non magnétique, de même que le précédent et à propriétés comparables.

Le corps *Fe Mo* isolé des culots titrant entre 54 et 63 p. 100, par des attaques à l'acide chlorhydrique encore concentré ou au chlorure cuivrique chauds, possède comme densité à 0^0 : 9.01 (D. th. : 8.54), non magnétique. Il devient incandescent dans le chlore dès 285^0 et dans l'oxygène au rouge. De même que les précédents il est complétement attaqué par l'eau d'iode, l'acide sulfurique concentré et bouillant, l'acide

azotique, la potasse en fusion etc.... Peu ou pas altéré par les acides fluorhydrique en solution, chlorhydrique gazeux ou dissous, sulfurique ou potasse en solutions étendues. L'azotate de potassium en fusion agit plus facilement ainsi que le chlorate qui le rend incandescent.

Le constituant $FeMo^2$ fourni par les ferromolybdènes à teneurs comprises entre 64 et 77 p. 100, qui ont été traités par le chlorure cuivrique en solution chlorhydrique concentrée, présente comme densité à 0°: 9.41 (D. th. : 8.70), non magnétique. Le chlore l'attaque avec incandescence dès 305°; l'oxygène, de même, vers 350°; le soufre agit peu. L'eau d'iode exige un contact prolongé pour que son attaque soit complète. Les acides produisent le même effet que sur les corps précédents; le bisulfate chaud l'attaque avec effervescence. L'azotate de potassium en fusion le rend incandescent; de même le chlorate avant sa fusion. Les carbonates alcalins et surtout leurs azotates et chlorates agissent d'autant plus facilement sur ces corps que leur teneur en molybdène est plus élevée.

Enfin le ferromolybdène au titre de 77.81 qui fournit $Fe\ Mo^2$, traité par l'acide chlorhydrique gazeux au rouge, se dépouille de son fer seulement, de sorte qu'après lavage du résidu et reprise par le même gaz un certain nombre de fois, il ne reste plus que du molybdène ne retenant que du fer en quantité négligeable.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réaction caractéristique du glyoxylate d'éthyle. Action de l'ammoniaque sur cet éther et ses dérivés.* Note de MM. **L. J. Simon** et **G. Chavanne,** présentée par M. H. Moissan.

I. Le glyoxylate d'éthyle soumis à l'action de l'ammoniaque aqueuse pure fournit un précipité d'abord blanc qui, après avoir passé par une succession de teintes jaune, orange, rouge etc., devient noir bleu. En même temps la liqueur ammoniacale dans laquelle se forme le précipité prend une teinte rouge foncé. Cette succession de teintes se fait lentement à froid et rapidement à chaud. Lorsque le glyoxylate d'éthyle est en petite quantité la liqueur reste limpide, mais prend une teinte très sensible pour de très faibles quantités d'éther.

On peut remplacer l'ammoniaque par son carbonate; on voit le gaz carbonique se dégager pendant la réaction. L'ammoniaque aqueuse

peut être remplacée également par ses sels à acides forts, sulfate, chlorure, à condition d'ajouter un alcali fixe. Enfin l'ammoniaque peut être remplacée sans inconvénient par la méthylamine; mais avec les bases aromatiques primaires comme l'aniline, la paratoluidine, la napthylamine, les choses ne se passent pas de même.

La solution fortement colorée obtenue avec 1^{cc} ou 2^{cc} d'éther et 200^{cc} d'eau a des propriétés tinctoriales très puissantes : le coton et la toile se teignent directement mais la nuance bleu violacé n'est pas très plaisante; de plus cette teinture résiste bien au savon mais n'est pas solide à la lumière.

Cette coloration est due à une substance noire, d'aspect assez terne, qui a été isolée et analysée. Elle paraît devoir sa formation à la réaction suivante :

$$2COH - CO^2C^2H^5 + 3NH^3 = 2C^2H^5OH + C^4H^9N^3O^4$$

Cette substance qui est très vraisemblablement un sel ammoniacal est insoluble dans l'alcool, mais un peu soluble dans l'eau surtout à chaud; la solution précipite par addition des sels alcalinoterreux, du nitrate d'argent, sans doute par double décomposition. Elle se dissout dans l'ammoniaque, les alcalis fixes et les carbonates alcalins en leur communiquant une coloration rouge violacé qui peut être assez intense pour paraître noire. La solution dans la potasse se décolore peu à peu; à chaud la décoloration est plus rapide; tout l'azote de la molécule s'élimine dans ces conditions comme l'a montré la concordance des dosages de l'azote par les méthodes de Dumas, Schloesing et Will-Warrentrapp. Lorsqu'on acidule la solution alcaline la substance noire se précipite. Elle peut se dissoudre également dans les acides minéraux concentrés; l'eau la précipite au moins partiellement de ses dissolutions.

II. Cette réaction colorée du glyoxylate d'éthyle paraît lui être très particulière. Les éthers acétylacétique, tartrique, pyruvique, malonique, mono et dichloracétique et oxalacétique qu'on pourrait songer à rapprocher de lui pour un motif ou un autre ne donnent rien de semblable. Les éthers oxalique et glycolique entre lesquels il peut se ranger, comme on intercale un aldéhyde entre l'acide et l'alcool correspondants, fournissent, comme on le sait, par l'ammoniaque aqueuse, des amides sans aucune espèce de coloration.

Cependant un échantillon commercial de glycolate d'éthyle a donné d'ailleurs avec une intensité très faible la coloration indiquée plus haut et il nous a été impossible de savoir si la présence du glyoxylate d'éthyle était due à une oxydation spontanée à l'air du glycolate ou provenait de sa préparation.

Comme on le voit déjà par cet exemple, cette réaction pourra être utilisée à la recherche du glyoxylate d'éthyle dont on peut dire qu'il n'a jamais été isolé jusqu'ici. Elle nous a déjà permis de nous rendre compte de la stabilité, sous l'action de la chaleur, des solutions aqueuses étendues de l'éther glyoxylique. Elle nous a également montré l'impossibilité de préparer cet éther par l'hydrogénation directe de l'oxalate d'éthyle en présence de nickel réduit par la méthode de MM. Sabatier et Senderens.

III. Cette réaction n'appartient pas aux dérivés les plus immédiats de l'éther glyoxylique: la potasse alcoolique le saponifie à froid et donne le glyoxylate de potassium insoluble dans l'alcool. Ce sel de potassium acidulé ou non par l'acide chlorhydrique ne donne aucune coloration avec l'ammoniaque. Il en est de même si on commence par chauffer le sel avec un iodure alcoolique, ce qui permet de conclure à l'impossibilité de passer ainsi du sel aux éthers. Au contraire, en faisant passer un courant de gaz chlorhydrique dans l'alcool tenant en suspension le sel de potassium on obtient l'éther glyoxylique et du même coup la réaction colorée avec l'ammoniaque.

La réaction colorée fournie par l'ammoniaque disparaît donc en même temps que le groupe éther ; les dérivés du glyoxylate d'éthyle dans lesquels le groupe éther est respecté mais qui ne possèdent plus la fonction aldéhydique sont généralement transformés par l'action de l'ammoniaque en l'amide correspondante. Nous avons obtenu un certain nombre de ces dérivés d'une part par l'action sur le glyoxylate d'éthyle des réactifs azotés de la fonction aldéhydique phénylhydrazine, hydroxylamine, semicarbazide et, d'autre part, par l'action de l'uréthane et de l'urée.

L'ammoniaque agissant sur l'oxime, la semicarbazide, le dérivé uréthanique donne l'amide correspondant. La phénylhydrazone est saponifiée. Le dérivé uréïque — l'éther allantoïque — donne l'allantoïne.

IV. — Il existe cependant une réaction colorée qui, par certains points, se rapproche de celle-ci, c'est celle qui fournit la muréxide en partant de l'alloxane et qui permet de caractériser l'acide urique. Le rapprochement serait d'autant plus légitime que la formation d'acide glyoxylique, au moins dans le cas de l'acide urique, ne semble pas exclue; mais comme nous l'avons dit l'acide glyoxylique lui-même ne se prête pas à la réaction. Inversement on ne peut pas sérieusement penser que la structure de la matière colorante soit celle de la murexide qui renferme une chaîne de trois atomes de carbone. On peut cependant en déduire que le groupe chromophore cétoneimide est analogue et que la substance fondamentale pourrait bien être le sel ammoniacal d'une combinaison telle que celle-ci :

$$\begin{array}{l} CHOH - CO - NH \\ \;\;| \qquad\qquad\quad | \\ \;\;NH - CO - CH(OH) \end{array}$$

provenant de la condensation de deux molécules de l'amide glyoxylique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les propriétés acides de l'amidon.*

Note de M. **E. Demoussy**, présentée par M. L. MAQUENNE.

Dans un travail récent, M. Maquenne ([1]) a montré que l'amylocellulose est aisément soluble dans la potasse; on sait de plus que l'eau ordinaire cède à l'amidon une partie de la chaux qu'elle renferme, à l'état de bicarbonate. Il était par suite à prévoir que l'amidon, en sa qualité d'hydrate de carbone, doit s'unir comme les sucres aux bases minérales. C'est ce que, sur les conseils de M. Maquenne, je viens de vérifier expérimentalement.

Les essais ont porté sur de l'amidon de riz, déminéralisé par l'acide chlorhydrique faible, puis lavé à fond jusqu'à ce qu'il ne renferme plus trace de chlore.

([1]) *Comptes Rendus*, t. CXXXVII, p. 88.

Soude caustique. — Au contact d'une solution alcoolique de soude, qui ne le gonfle pas comme le ferait une solution aqueuse, l'amidon présente un caractère nettement acide : en quelques minutes 20 grammes d'amidon absorbent la totalité des 300 milligrammes de soude contenus dans 150^{cc} d'alcool. Si l'on augmente la quantité d'alcali, l'absorption cesse d'être complète ; elle n'est d'ailleurs pas proportionnelle au poids d'amidon employé et s'effectue lentement, l'équilibre n'étant atteint qu'après trois ou quatre jours.

L'eau détruit aussitôt ces combinaisons.

Ammoniaque. — Même dans des solutions très étendues l'amidon n'absorbe que de petites quantités d'ammoniaque : 13^{mg} sur 263^{mg} pour 20^{gr} d'amidon. Encore dans ce cas l'eau enlève au produit toute l'ammoniaque fixée.

Chaux. — 5 grammes d'amidon, délayés dans 50^{cc} d'eau, neutralisent rapidement 3 à 4^{cc} d'eau de chaux. Une nouvelle quantité d'eau de chaux peut encore être absorbée, jusqu'à faire disparaître toute réaction avec la phénolphtaléine, mais avec un excès l'alcalinité persiste : il se produit alors un équilibre qui n'est attéint qu'après 24 ou 48 heures. La pénétration du liquide n'est pas immédiate, mais bien en rapport avec la grosseur des grains de l'amidon employé, plus lente avec la fécule de pommes de terre qu'avec l'amidon de riz.

Dans une de nos expériences 150^{cc} d'eau de chaux, renfermant 390^{mg} de CaO, ont cédé à 20 grammes d'amidon 318^{mg} de matière minérale, soit 81,5 pour cent de sa proportion primitive.

L'eau distillée enlève au produit la majeure partie de sa chaux ; on obtient ainsi de l'amidon qui ne renferme plus que 0,16 pour cent de chaux, alors qu'il en avait absorbé près de 2 pour cent.

Avec la *baryte* on arrive exactement aux mêmes résultats.

Carbonates acalins. — L'amidon peut être mis en présence de carbonate de sodium étendu sans être altéré ; nous avons eu soin d'y ajouter un peu de toluène pour éviter l'intervention des microorganismes et par conséquent toute production accidentelle d'acide carbonique.

Dans l'une de nos expériences on a introduit 20^{gr} d'amidon dans 150^{cc} d'une solution de carbonate de sodium renfermant 397^{mg} de CO^3Na^2, soit 172^{mg} de sodium. Après trois jours le titrage en présence d'hélianthine indiquait une diminution d'alcalinité correspondant à 18^{mg} de sodium ; un autre titrage en présence de phtaléine du phénol nous a montré que le liquide renfermait du bicarbonate en quantité équivalente au sodium absorbé.

L'amidon est donc capable de déplacer partiellement l'acide carbonique de ses sels. Il en résulte qu'un excès d'acide carbonique doit entraver son action ; en effet, dans une solution de *bicarbonate de sodium* équimoléculaire de la précédente, l'amidon n'a pris que $12^{mg}2$ de sodium au lieu de 18.

L'amidon possédant ainsi une énergie acide comparable à celle de l'acide carbonique doit agir sur les sels avec d'autant plus de facilité que leur acide est plus faible : c'est ce que nous avons eu occasion de vérifier.

En opérant comme précédemment, sur 20^{gr} d'amidon et 150^{cc} de liquide, on a trouvé avec le *chlorure de potassium* une faible absorption de 10^{mg} sur 101. Le *chlorure de sodium* se comporte de la même manière.

Dans le cas du *phosphate bipotassique* on a vu disparaître 5^{mg}4 d'anhydride phosphorique sur 94,8.

L'absorption du *sulfate de potassium* a été de 18^{mg} sur 231.

Avec le *sulfate de cuivre* l'absorption est insignifiante; mais avec l'*acétate de cuivre*, dont l'acide est moins énergique, on a pu fixer sur l'amidon 19^{mg}8 sur 672 de cuivre total dans un cas, 6^{mg} sur 63 dans un autre où la solution était plus étendue.

On observe des différences plus considérables lorsque l'acide du sel a été d'abord neutralisé par une base forte, par exemple en opérant sur des dissolutions ammoniacales de zinc, de cuivre ou de plomb.

L'absorption reste faible dans une *solution ammoniacale de sulfate de zinc* : 2,7 pour cent pour une liqueur renfermant 750^{mg} de zinc métallique; mais elle devient considérable dans une *solution ammoniacale de sulfate de cuivre*, qui a cédé à l'amidon 25,6 pour cent de son métal dans un cas (204^{mg} sur 796), 74 pour cent dans un autre où la liqueur était plus étendue (67^{mg} sur 80).

Ces combinaisons cuivriques sont relativement stables : l'eau ne leur enlève que de l'ammoniaque. Dans les solutions concentrées l'amidon subit une légère altération qui se manifeste après lavage; dans les solutions étendues il ne s'altère pas et on obtient finalement une poudre bleu pâle qui renferme environ 0,3 pour cent de cuivre.

Avec une *solution ammoniacale d'acétate de plomb* le résultat est encore plus curieux : tout le plomb disparaît de la liqueur. Après quelques heures de contact le liquide filtré ne se colore même plus par l'acide sulfhydrique, alors qu'à l'origine il renfermait 0,8 pour cent de métal en dissolution.

L'*oxyde de fer colloïdal* est moins bien fixé, sans doute parce qu'il n'est pas une véritable base. Un premier liquide a perdu 90^{mg} de Fe^2O^3 sur 750, un autre 21 sur 37,5.

En résumé, l'amidon offre tous les caractères d'un acide faible (1), comparable à l'acide carbonique, et en cela se rapproche des autres hydrates de carbone; comme eux il contracte avec les hydrates métalliques des combinaisons dissociables par l'eau et peut en outre absorber de petites quantités de sels neutres. Ces propriétés doivent intervenir dans l'absorption des matières minérales par les plantes, et en particulier contribuer à la minéralisation des organes renfermant des réserves amylacées.

(1) Le même caractère d'acide faible vient d'être reconnu dans l'amidon soluble par MM. Ford et Guthrie, au moyen de la méthode des conductibilités électriques. (*Journ. of the chem. Soc.*, Janvier 1906.)

MINÉRALOGIE. — *Sur l'état des matières colorantes dans les cristaux colorés artificiellement.* Note de M. **P. Gaubert**, présentée par M. A. LACROIX.

J'ai déjà montré que la coloration artificielle des cristaux ([1]) et le polychroïsme qui en résulte, se font par deux procédés différents : 1° Le cristal en voie de formation se colore seulement quand la solution est assez saturée de matière colorante pour laisser déposer cette dernière (nitrate de plomb, de baryte, de strontiane anhydre, sulfate de cuivre, gypse, nitrate de strontiane à 5 mol. d'eau, etc., colorés par le bleu de méthylène). 2° Le cristal se colore quel que soit le degré de dilution de la matière colorante : il y a partage de cette dernière entre le liquide et les cristaux en voie d'accroissement (acide phtalique, nitrate d'urée coloré par le bleu de méthylène, nitrate de strontiane à 5 éq. d'eau coloré par l'extrait du bois de campêche).

Dans chacun de ces cas, la substance colorante absorbée par le cristal se trouve sous un état différent. Ce fait est mis en évidence par l'étude du polychroïsme considéré au point de vue des couleurs et des directions d'absorption. Dans la coloration par le premier procédé, la matière colorante conserve, dans le cristal coloré, les couleurs de ses propres cristaux (bleu et rouge violacé s'il s'agit du bleu de méthylène), alors que dans le second, les couleurs sont celles que prend un corps amorphe biréfringent coloré par la substance considérée (bleu d'intensité diverse avec le bleu de méthylène). Quant aux directions de maximum et de minimum d'absorption, elles peuvent être dans les cristaux colorés par le premier procédé, tout en étant constantes, indépendantes de la direction des axes de leur ellipsoïde optique (nitrate de strontiane à 5 éq. d'eau, gypse, sulfate de cuivre hydraté, etc. colorés par le bleu de méthylène), ce qui peut être expliqué en admettant le groupement des cristaux de la matière colorée et de la matière colorante.

Dans le second cas, au contraire, les maximum et minimum d'absorption sont toujours en coïncidence avec la direction de ces mêmes axes (nitrate d'urée, acide phtalique colorés par le bleu de méthylène,

---

([1]) *Bulletin de la Soc. fr. de Min.*, t. XXIII, 1900, p. 211 ; t. XXV, 1902, p. 258 ; t. XXVIII, 1905, p. 180 et p. 286.

nitrate de strontiane à 5 éq. d'eau coloré par l'extrait du bois de campêche), et le maximum d'absorption dans ces trois corps cités se fait parallèlement au plus grand indice de réfraction, comme dans les matières amorphes biréfringentes colorées.

Dans cette note, je me propose de donner le résultat de mes recherches sur la détermination du coefficient de partage de la matière colorante entre la solution et les cristaux colorés par le deuxième procédé. Les observations ont été faites principalement avec l'acide phtalique hydraté et le bleu de méthylène.

Dans une série d'expériences, 12 gr. d'acide phtalique ont été dissous à chaud dans un litre d'eau, contenant une quantité déterminée de bleu de méthylène. L'acide phtalique étant peu soluble dans l'eau froide $\left(\frac{1}{130}\right.$ à $\left.11^{\circ}\right)$, il se dépose, par refroidissement, des cristaux colorés. Pour que les résultats soient comparables entre eux, il faut que la quantité d'acide phtalique déposée dans chaque cristallisation soit la même dans toutes les expériences et que le refroidissement se fasse dans des conditions identiques, les coefficients de solubilité dans l'eau du bleu de méthylène et la capacité d'absorption des cristaux d'acide phtalique pour cette matière colorante variant avec la température.

Le tableau suivant représente les résultats fournis par une série d'expériences, la solution ayant été refroidie jusqu'à 14°. C_1 et C_2 désignent les concentrations, (quantités contenues dans un gr.) du bleu de méthylène dans le liquide et dans les cristaux d'acide phtalique déposés.

C_1	C_2	C_1/C_2
0gr0005	0gr019	0,0263
0,0002	0,0083	0,0241
0,0001	0,0045	0,0222
0.00005	0,0020	0,0250
0,000025	0,0011	0,0236
0,0000125	0,0048	0,0260
0,00001	0,0037	0,0270

Le rapport $\frac{C_1}{C_2}$ est à peu près constant malgré l'influence des courants de concentration, l'inégalité de la surface totale des cristaux en voie d'accroissement produits dans chaque cristallisoir et aussi par l'inégalité de capacité d'absorption des différentes faces des cristaux. Par conséquent, d'après ce que l'on sait sur le coefficient de partage d'une substance

dissoute entre un corps liquide et un corps solide, la constance du rapport $\frac{C_1}{C_2}$ indique que la molécule de bleu de méthylène se trouve sous le même état dans les cristaux d'acide phtalique colorés que dans l'eau dans laquelle elle est dissoute; on a par conséquent affaire à une véritable solution solide.

Des expériences identiques ont été faites pour étudier le coefficient de partage du bleu de méthylène entre l'eau et les cristaux de nitrate d'urée; dans ce cas, les observations peuvent être faites à la température ordinaire. Ce dernier corps étant assez soluble dans l'eau froide, les résultats ont été les mêmes, le rapport $\frac{C_1}{C_2}$ est à peu près constant.

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine vésuvienne du brouillard sec observé à Paris dans la matinée du mercredi 11 avril 1906*; Note de M. **Stanislas Meunier.**

Tout le monde a remarqué le brouillard sec et jaunâtre qui s'est étendu sur Paris dans la matinée de mercredi dernier 11 avril; la navigation de la Seine en a été gênée et le soleil en avait pris un aspect tout à fait particulier. Dans la pensée que ce phénomène pouvait se rattacher à l'éruption actuelle du Vésuve, j'ai disposé, sur le toit de la maison que j'habite au Quai Voltaire, des plaques glycérinées destinées à retenir les poussières. Ces plaques, traitées par l'eau, ont donné un dépôt assez abondant où l'on voyait, à l'œil nu beaucoup de suie et de matière organique. La portion fine, séparée par la liqueur lourde de Thoulet, a donné un sable extrêmement fin dont l'examen microscopique a confirmé mes prévisions. La comparaison avec la cendre rejetée par le Vésuve, en 1822, et dont j'avais un échantillon sous la main, a révélé avec l'échantillon actuel une identité complète. La principale différence consiste dans la présence, dans la poussière parisienne, de quelques globules parfaitement sphériques de fer oxydulé. On doit donc admettre que le brouillard de mercredi était causé par la chute à Paris d'une pluie de cendres très fines rejetées par le Vésuve.

A 3 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 23 AVRIL 1906.

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

M. le Président, annonçant à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. Curie, membre de la section de physique, s'exprime en ces termes :

Vous savez tous quel épouvantable accident vient de nous enlever un de nos confrères les plus illustres et les plus estimés. Un des plus jeunes aussi, un de ceux sur qui les Français, jaloux de la gloire de leur pays, pouvaient légitimement fonder de longs et vastes espoirs. Hélas ! toutes ces espérances, toutes ces vérités futures toutes prêtes à s'éveiller, tant de pensée profonde et féconde, un hasard brutal a anéanti tout cela d'un seul coup.

M. Curie apportait dans l'étude des phénomènes physiques je ne sais quel sens très fin qui, lui faisant deviner des analogies insoupçonnées, lui permettait de s'orienter à travers un dédale de complexes apparences où d'autres se seraient égarés. Ces qualités apparurent dès ses premiers travaux. Il étudia d'abord les phénomènes piézo-électriques dans le quartz, et c'est par là sans doute que son attention fut attirée sur la nature de la symétrie cristalline ; il avait sur le développement des formes des cristaux des vues originales et profondes. Il s'occupa avec le même succès du magnétisme et du diamagnétisme et des causes qui peuvent les faire varier.

Ces premières recherches lui avaient valu l'admiration de quelques physi-

ciens compétents, mais, comme il aimait l'ombre, son nom restait ignoré du public. Ce fut une découverte étonnante qui le fit connaître et du jour au lendemain le rendit célèbre. Le radium, ce corps si rare dont on a eu grand'-peine à réunir quelques grammes, mais qui contient sous un si faible poids une quantité invraisemblable d'énergie, semblait démentir tout ce que nous croyions savoir de la matière. Bien des personnes se demandaient, et peut-être se demandent encore, si ce métal nouveau n'était pas une source de mouvement perpétuel, ou le premier exemple de cette transmutation des éléments rêvée par les alchimistes.

Ces résultats qui éblouissaient le public doivent paraître plus précieux encore à ceux qui savent de quelle longue patience et de quelle admirable sagacité ils ont été achetés. De hautes récompenses, bien méritées, redoublèrent cette popularité. Cet homme si modeste fut à la mode malgré lui. La renommée, qui d'ordinaire ne va guère au-devant de ceux qui ne la cherchent pas, alla le trouver dans l'obscurité où il la fuyait. Cette notoriété bruyante n'aurait été à ses yeux qu'un accident importun, ennemi de son travail et de son repos, s'il n'avait senti que toute cette gloire rejaillissait sur la France.

Vous savez quel était l'agrément et la sûreté de son commerce; vous savez quel charme délicat s'exhalait pour ainsi dire de sa douce modestie, de sa naïve droiture, de la finesse de son esprit. On n'aurait pas cru que cette douceur cachât une âme intransigeante. Il ne transigeait pas avec les principes généreux dans lesquels il avait été élevé, avec l'idéal moral qu'il avait conçu, cet idéal de sincérité absolue, trop haut peut-être pour le monde où nous vivons.

Dans le deuil où nous sommes tous plongés, notre pensée va à cette femme admirable qui ne fut pas seulement pour lui une compagne dévouée, mais une précieuse collaboratrice. Cette collaboration, où les qualités naturelles de l'homme et de la femme se trouvèrent si heureusement associées, fut sans doute un échange d'idées, mais elle fut aussi un échange d'énergie, sûr remède contre ces découragements passagers auxquels tout chercheur est exposé. C'est pourquoi notre reconnaissance doit aller à M^me^ Curie en même temps que notre sympathie.

Ce n'est pas notre usage de lever la séance pour le décès d'un confrère après que les obsèques ont eu lieu. Mais nous sommes dans des circonstances particulières. Les conditions de stricte intimité dans lesquelles, d'après les volontés de la famille, les funérailles se sont passées n'ont pas permis à

l'Académie de rendre un témoignage officiel et public à la mémoire de notre confrère. C'est ce que je vous propose de faire aujourd'hui en levant la séance en signe de deuil.

M. **Blaserna**, président de l'*Accademia dei Lincei*, adresse la dépêche suivante :

Veuillez agréer expression de notre profonde douleur pour mort de M. Curie savant si distingué et si modeste. Veuillez aussi exprimer ces sentiments à Mme Curie, illustre compagne du regretté décédé.

La séance est levée en signe de deuil.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'éruption du Vésuve et en particulier sur les phénomènes explosifs.* Note de M. **A. Lacroix**.

Naples, 20 avril. — Les phénomènes volcaniques qui dévastent les flancs du Vésuve et ont même, la semaine dernière, jeté l'inquiétude jusque dans Naples constituent la phase paroxysmale d'une période d'activité qui a débuté le 27 mai 1905. A cette date, une fissure s'est ouverte dans le cône terminal, à peu près à l'altitude de la station supérieure du funiculaire, et a donné naissance à une coulée. Depuis lors, l'épanchement lavique a été à peu près continu, mais soumis à des variations d'intensité et de points de sortie, ces derniers restant d'ailleurs localisés dans la région N.-N.-O. supérieure du cône. Les divers types d'explosions stromboliennes (1), mixtes ou vulcaniennes ont été fréquents.

En septembre et en octobre dernier, me trouvant à Naples, j'ai pu étudier cette période de l'éruption et visiter en particulier, avec M. Matteucci, une des sorties de la lave qui s'écoulait alors sur la pente très raide du cône, avec une vitesse d'environ 6 mètres à la minute. A plusieurs reprises, ces coulées sont descendues assez bas pour couper la ligne du funiculaire en aval de la station inférieure.

M. le ministre de l'Instruction publique ayant bien voulu me confier une

(1) J'appelle, avec M. Mercalli, explosions *stromboliennes*, celles qui se produisent dans un magma à haute température et très fluide, lançant des matériaux plus ou moins fluides, explosions *vulcaniennes*, celles qui, au contraire, projettent des matériaux plus ou moins solidifiés.

mission à l'effet d'étudier ce paroxysme, j'ai pensé que l'Académie serait, dès à présent, intéressée par les quelques détails suivants que je compléterai ultérieurement. Les observations risquent d'ailleurs d'être gênées pendant un certain temps par les chutes de cendres, les tourbillons de poussière soulevés par le vent et, enfin, les nuages atmosphériques qui, pendant des journées entières, cachent le volcan ou le rendent peu praticable.

La caractéristique essentielle du paroxysme actuel, qui est probablement l'un des plus violents qui se soient produits jusqu'à présent, réside dans la coexistence de deux ordres de phénomènes qui, tous deux, ont été intenses et destructeurs :

1° Production d'importantes coulées de laves épanchées rapidement;

2° Phénomènes explosifs extrêmement violents.

M. Mercalli a bien voulu me donner les renseignements suivants sur les dates de la production des coulées de lave. Le 4 avril, alors que fonctionnait encore la bouche N.-N.-O. du cône, s'en est ouverte une nouvelle sur le flanc sud, à environ 1.200 mètres d'altitude. Dans la nuit du 4 au 5, une autre fente se produit à une altitude voisine de 800 mètres; elle fournit une coulée dévalant sur les pentes de la montagne. Le 6, près de Cognoli (à environ 500 mètres d'altitude), s'ouvre une nouvelle bouche, d'où part une coulée; dans la nuit du 7 au 8, elle livre passage à un afflux considérable de lave très liquide, qui, à 4 heures de l'après-midi, s'arrête près du cimetière de Torre Annunziata, après avoir détruit et enseveli une partie du bourg de Boscotrecase.

En résumé, la sortie des laves s'est effectuée de plus en plus bas par des ouvertures situées de plus en plus vers l'Est. Il est vraisemblable qu'il y a eu, en outre, des épanchements sur le flanc nord du cône. Jusqu'à la nuit du 7 au 8, le cratère central puis les bouches nouvelles en activité ont été le siège d'importantes explosions stromboliennes (Mercalli).

Dans la nuit du 7 au 8 s'est produite la grande explosion qui, elle, a ravagé le flanc N.-E. de la Somma. Vers 7 heures du soir, les lapillis ont commencé à tomber sur Ottajano. Leur chute a été en augmentant d'intensité; elle a eu son maximum après minuit et a duré jusqu'au matin. Une énorme quantité de lapillis, parmi lesquels se trouvent quelques blocs, a couvert un large secteur, dont le centre est à peu près à Ottajano et s'étend du côté du N.-O. jusqu'au delà de Somma-Vesuviana, du côté du Sud jusqu'au delà de San-Giuseppe. Ces lapillis ont atteint, paraît-il, Avellino, situé à environ 35 kilomètres du cratère.

Tandis qu'à l'Observatoire, placé à environ 2 kilomètres N.-N.-O. de celui-ci, il n'est tombé qu'une quantité de lapillis relativement faible, à Ottajano, au contraire, leur épaisseur est d'environ $0^{m}60$ en rase campagne, alors que, dans la ville même, par suite de causes locales, l'accumulation de matériaux solides a été bien plus importante; beaucoup de maisons se sont effondrées en ensevelissant leurs habitants. Les mêmes faits se sont produits dans toute l'étendue de la zone précitée, mais avec une intensité décroissante.

Un examen sommaire des lapillis me fait penser que cette grande explosion a eu un caractère essentiellement vulcanien; il a projeté surtout des matériaux anciens, débris du sommet du cône, qui paraît avoir perdu une centaine de mètres et peut-être davantage. Cette grande explosion a été suivie d'autres, plus faibles, nettement vulcaniennes; elles se poursuivent depuis lors sans interruption, mais en diminuant d'intensité. Suivant la direction du vent, des cendres très fines sont transportées au loin; la région de grande dévastation du 8 avril reste encore la plus souvent éprouvée, mais, ainsi que je l'ai fait remarquer plus haut, au début de la semaine dernière, la ville de Naples a été pendant plusieurs jours envahie par la cendre, qui s'y est accumulée sur quelques centimètres.

Il est bien probable que la direction du vent a aussi exercé une influence sur la direction prise par les lapillis du 7-8 avril, mais il me paraît assez vraisemblable qu'en outre l'explosion ne s'est pas faite verticalement, mais s'est produite dans une direction oblique, fait dont les éruptions de la Montagne Pelée ont fourni des exemples typiques; il est d'ailleurs nécessaire de réserver cette question jusqu'au moment où il sera possible d'étudier la configuration du cratère.

Je terminerai par quelques considérations que m'a suggérées la vue des explosions depuis mon arrivée ici. Elles donnent naissance à des volutes d'un gris blanc, épaisses, plus ou moins opaques, montant verticalement ou roulant les unes sur les autres avec une faible vitesse, atteignant parfois de grandes hauteurs, mais dans d'autres cas s'élevant peu au-dessus du cratère. Par leur compacité, ces volutes rappellent celles de quelques-unes des explosions verticales de la Montagne Pelée (ce que j'ai appelé les poussées rousses). Par contre, elles se distinguent par leur compacité moindre de ce que j'ai désigné sous le nom de *nuées ardentes verticales*, nuées qui, après avoir suivi un mouvement ascensionnel plus ou moins important, retombaient lourdement sur le volcan et roulaient alors sur ses pentes, mais avec une vitesse moindre que les nuées prenant dès l'origine une direction descendante.

Ici, au Vésuve, ces volutes volent parfois comme suspendues sur le sommet de la montagne, débordant un peu sur le bord de la crête; on peut se demander à certains instants si elles ne vont pas rouler sur la pente, mais généralement elles ne tardent pas à se dissocier, plus rarement elles ébauchent un faible mouvement de descente; dans les deux cas on en voit partir des avalanches de matériaux solides qui dévalent sur les pentes du cône.

Il me semble tout à fait évident qu'entre les nuées de projections vulcaniennes typiques et les nuées ardentes, que l'on pourrait désigner sous le nom plus général de *peléennes*, car on peut les concevoir chargées de matériaux non brûlants, il n'y a pas de différence fondamentale, action destructive mise à part, bien entendu. Elles ne diffèrent que par la quantité de matériaux solides entraînés par la vapeur d'eau et les produits gazeux. Dans le type vulcanien, la proportion de la vapeur d'eau et des gaz, tendant à s'élever dans l'atmosphère, est suffisante pour contre-balancer l'influence de la pesanteur agissant sur les matériaux solides, tandis que dans le type peléen c'est l'inverse qui se produit; aussi, dans ce cas, la nuée (qui en même temps est plus riche en matériaux de grosse dimension) peut-elle couler comme un fluide dense, même quand elle ne reçoit pas une impulsion de haut en bas du fait de l'explosion.

On peut évidemment concevoir tous les intermédiaires entre ces deux types extrêmes, et j'ai la conviction que toute explosion vulcanienne peut prendre le caractère peléen quand la quantité de matériaux solides qu'elle entraîne est suffisante.

On s'explique dès lors pourquoi le phénomène des nuées péléennes n'est ni lié à un magma de composition chimique déterminée (andésiste acide de la Montagne Pelée, labradorite de Saint-Vincent, basalte de San Jorge) ni nécessairement caractéristique d'un volcan donné; il est seulement la conséquence des propriétés physiques du magma *au moment où se produisent les explosions* et de l'intensité de celles-ci. Les conditions dans lesquelles elles avaient lieu à la Montagne Pelée, sous la carapace solidifiée continue d'un dôme d'andésite s'édifiant sur le sommet d'une montagne, ont réalisé un optimum; mais l'exemple de l'éruption de Saint-Vincent montre que ces conditions ne sont pas indispensables et que des nuées peléennes peuvent prendre naissance dans un cratère béant et même profond; aussi les explosions volcaniennes actuelles du Vésuve sont-elles particulièrement intéressantes à suivre de près.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur une méthode susceptible de permettre l'étude de la couronne solaire en dehors des éclipses.* Note de **MM. G. Millochau** et **Stefanik**, présentée par M. J. Janssen.

L'observation de la couronne en dehors des éclipses a été fréquemment tentée par les astronomes; nous avons l'honneur de présenter un nouveau procédé.

Les études oculaires et photographiques que nous avons faites sur le spectre solaire en tamisant la lumière au moyen d'écrans colorés nous ont inspiré l'idée d'utiliser les propriétés de ces écrans pour tenter l'étude de la couronne solaire en dehors des éclipses.

Nous nous proposons de photographier les régions voisines du bord solaire au moyen du spectrohéliographe, en isolant dans la seconde fente la raie λ 5303 et en éliminant la lumière des autres radiations au moyen d'un écran vert approprié (1).

Le même procédé, appliqué à un spectrographe, peut permettre d'obtenir, dans des conditions atmosphériques convenables, la photographie de la raie verte coronale. Les premiers essais que nous avons faits à Meudon ont donné des résultats encourageants, et nous espérons qu'au sommet du Mont-Blanc nous pourrons compléter plus aisément ces dernières recherches.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Courbes algébriques à torsion constante.* Note de M. **Eugène Fabry**.

Une courbe algébrique à torsion constante peut se déduire de trois polynomes h, k, l. Les courbes réelles que j'ai obtenues (*Comptes rendus*, 25 janvier 1892; *Annales de l'École Normale*, 3e série, t. IX) correspondent au cas où Σh^2 se réduit à $(1+t^2)^{2n}$. D'autre part, j'ai montré (*Comptes rendus*, 23 novembre 1896) que Σh^2 n'a pas de racines triples et que ses racines, qui

(1) M. Hale a posé en 1892 la méthode générale pour l'emploi du spectrohéliographe à l'étude de la couronne en dehors des éclipses.

ne sont jamais simples, ne sont pas toutes doubles, si la courbe est réelle. On peut donc se demander s'il existe des courbes réelles, pour lesquelles Σh^2 a plus de deux racines distinctes. Les formules suivantes conduisent à une courbe qui semble être l'une des plus simples répondant à la question. Soient :

$$h = \frac{\sin 2t}{1+\lambda^2+2\lambda\cos 2t} + a\sin 2t + b\sin 4t + c\sin 6t,$$

$$k = \frac{\lambda+\cos 2t}{1+\lambda^2+2\lambda\cos 2t} + \mu + a\cos 2t + b\cos 4t + c\cos 6t,$$

$$l = p[\lambda\sin 3t + 3(1+\lambda+\lambda^2)\sin t],$$

de sorte que

$$\frac{dt}{dt} = 3p(1+\lambda^2+2\lambda\cos 2t)\cos t.$$

Déterminons les coefficients de façon que Σh^2 soit constant, et que $k\,dl$, $h\,dl$ et $k\,dh$ aient des intégrales trigonométriques, le terme en t et les logarithmes disparaissant. On obtient six relations qui peuvent s'écrire :

$$a = 3c\lambda^2 - \frac{3\lambda^2-1}{(\lambda^2-1)^3},$$

$$b = 3c\lambda - \frac{\lambda}{(\lambda^2-1)^3},$$

$$\mu = c\lambda^3 - \frac{\lambda^5}{(\lambda^2-1)^3},$$

$$c = \lambda^2\frac{1+2\lambda-2\sqrt{1+\lambda+\lambda^2}}{3(\lambda+1)(\lambda^2-1)^3},$$

$$p = \frac{2}{\lambda}\sqrt{c\mu} = 2\lambda^2\sqrt{\lambda}\frac{1-\lambda+\sqrt{1+\lambda+\lambda^2}}{3(\lambda+1)(\lambda^2-1)^3},$$

$$a^2+2b^2+3c^2 = \frac{1}{(\lambda^2-1)^2};$$

on en déduit

$$2(5+8\lambda+18\lambda^2+16\lambda^3+11\lambda^4)\sqrt{1+\lambda+\lambda^2}$$
$$= 6+19\lambda+38\lambda^2+56\lambda^3+44\lambda^4+23\lambda^5.$$

qui, développée, donne

$$45\lambda^{10}+132\lambda^9+12\lambda^8-348\lambda^7-1022\lambda^6$$
$$-1356\lambda^5-1428\lambda^4-972\lambda^3-579\lambda^2-192\lambda-64=0;$$

cette équation irréductible a une seule racine positive, à laquelle correspond une solution réelle. On a

$$h^2 + k^2 + l^2 = \frac{p^2}{\lambda}(\lambda + 1)^6,$$

θ étant la torsion constante, les équations de la courbe sont :

$$\left\{\begin{aligned}
\frac{x}{\theta} &= \int \frac{h\,dk - k\,dh}{h^2 + k^2 + l^2} = -\frac{\lambda^3}{4(\lambda + 1)^6}\sin 6t + \mathrm{A}'\sin 4t + \mathrm{B}'\sin 2t,\\
\frac{y}{\theta} &= \int \frac{k\,dl - l\,dk}{h^2 + k^2 + l^2} = \frac{1 - \lambda}{p(\lambda + 1)^3} \times \frac{\sin t}{1 + \lambda^2 + 2\lambda\cos 2t}\\
&\qquad + \mathrm{A}\sin 9t + \mathrm{B}\sin 7t + \mathrm{D}\sin 5t + \mathrm{E}\sin 3t + \mathrm{F}\sin t,\\
\frac{z}{\theta} &= \int \frac{l\,dh - h\,dl}{h^2 + k^2 + l^2} = \frac{1}{p(\lambda + 1)^2} \times \frac{\cos t}{1 + \lambda^2 + 2\lambda\cos 2t}\\
&\qquad + \mathrm{A}\cos 9t + \mathrm{B}\cos 7t + \mathrm{D}\cos 5t + \mathrm{E}'\cos 3t + \mathrm{F}'\cos t;
\end{aligned}\right.$$

$$\begin{aligned}
\mathrm{A}' &= -\lambda\frac{b\mu + 2c(a + 1)}{p^2(\lambda + 1)^6}\\
&= \frac{\lambda^2}{4(\lambda + 1)^6}\left[2(\lambda + 1)\sqrt{1 + \lambda + \lambda^2} - 11 - 9\lambda - 7\lambda^2\right],\\
\mathrm{B}' &= -\lambda\frac{a\mu + 3b(a + 1) + 5c(b + \lambda)}{p^2(\lambda + 1)^6},\\
\mathrm{A} &= -\frac{\lambda^2 c}{6p(\lambda + 1)^6} = \sqrt{\lambda}\,\frac{1 + \lambda - \sqrt{1 + \lambda + \lambda}}{12(\lambda + 1)^6},\\
\mathrm{B} &= -\lambda\frac{b\lambda + 15c(1 + \lambda + \lambda^2)}{14p(\lambda + 1)^6},\\
\mathrm{D} &= \lambda\frac{a\lambda + 3(7c - 3b)(1 + \lambda + \lambda^2)}{10p(\lambda + 1)^6},\\
\mathrm{E}' &= \lambda\frac{1 + 3\lambda c + (5b - a)(1 + \lambda + \lambda^2)}{2p(\lambda + 1)^6},\\
\mathrm{E} &= \mathrm{E}' + \frac{\lambda^2\mu}{p(\lambda + 1)^6},\\
\mathrm{F}' &= \frac{7b\lambda^2 + a\lambda(9 + 4\lambda + 9\lambda^2) + 3\lambda - 2(1 + \lambda^2)}{2p(\lambda + 1)^6},\\
\mathrm{F} &= \mathrm{F}' + \lambda\frac{5\lambda(a + 1) + 3\mu(1 + \lambda + \lambda^2)}{p(\lambda + 1)^6}.
\end{aligned}$$

Les coefficients A, B, ... peuvent s'exprimer par des fractions rationnelles ou des polynomes du neuvième degré en λ, qui est la racine positive de l'équation du dixième degré.

En prenant pour variable $\operatorname{tang}\left(\frac{t}{2}-\frac{\pi}{4}\right)$, on peut ramener h, k, l à être des polynomes du degré 16, et

$$\Sigma h^2 = (1+t^2)^{12}\left[t^2+\left(\frac{1+\sqrt{\lambda}}{1-\sqrt{\lambda}}\right)^2\right]^2\left[t^2+\left(\frac{1-\sqrt{\lambda}}{1+\sqrt{\lambda}}\right)^2\right]^2.$$

Cette courbe semble être l'une des plus simples; car dans les cas qui, *a priori*, paraissent les plus simples, on n'obtient, en général, que des solutions imaginaires.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes réductibles de transformations linéaires et homogènes.* Note de M. **Henry Taber**, présentée par M. Émile Picard.

Soit A_ζ la transformation générale

$$(1) \qquad x'_i = \Sigma_{j=1}^{n} \alpha_{ij}(\zeta_1, \zeta_2, \ldots, \zeta_r) x_j \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

d'un groupe quelconque G de transformations linéaires et homogènes à n variables avec r paramètres essentiels $\zeta_1, \zeta_2, \ldots, \zeta_r$. Conformément aux idées de Cayley, d'après lesquelles les transformations linéaires et homogènes (ou bien leurs matrices) peuvent être assujetties aux opérations de l'algèbre, désignons par m le nombre maximum de ces transformations de G qui sont linéairement indépendantes; évidemment on a $m \leqq n^2$.

Soit $A_1, A_2, \ldots, A_m$ un système quelconque de transformations linéaires indépendantes de G, $\zeta_1^{(p)}, \zeta_2^{(p)}, \ldots, \zeta_r^{(p)}$ étant les valeurs des paramètres qui correspondent à $A_p (p = 1, 2, \ldots, m)$. Alors nous aurons

$$(2) \qquad A_i A = \Sigma_{k=1}^{m} \gamma_{ijk} A_k \qquad (i, j = 1, 2, \ldots, m);$$

et comme la multiplication des matrices est associative, il s'ensuit que les constantes γ_{ijk} sont les constantes de multiplication d'un système de nombres

hypercomplexes à m unités, les unités étant les matrices $A_1, A_2, \ldots, A_m$. De cette manière on peut associer à tout groupe donné G de transformations linéaires et homogènes à n variables avec r paramètres essentiels un système de nombres hypercomplexes à m unités, et, par conséquent, aussi un groupe simplement transitif Γ de transformations linéaires et homogènes à $m (r \leqq m \leqq n^2)$ variables, à savoir le groupe de ce système de nombres hypercomplexes; et la solution de certains problèmes relatifs au groupe G peut être réduite à la solution des problèmes correspondants relatifs au système de nombres hypercomplexes ou bien au groupe Γ. En particulier, j'ai trouvé que le groupe G est complètement réductible chaque fois que le groupe Γ est complètement réductible, et *vice versa* (1).

Soit maintenant $A = \Sigma_{i=1}^m a_i A_i$ un nombre quelconque du système

$$(A_1, A_2, \ldots, A_m),$$

et posons (voir mon Mémoire *Transact. American mat. Society*, t. V)

$$SA = \Sigma_{i=1}^m \Sigma_{j=1}^m a_i \gamma_{ijj}.$$

Alors la condition nécessaire et suffisante pour que le groupe Γ, et par conséquent aussi le groupe G, soit complètement réductible consiste dans l'inégalité

$$\Delta(A_1, A_2, \ldots, A_m) \equiv \begin{vmatrix} SA_1^2 & SA_1A_2 & \ldots & SA_1A_m \\ SA_2A_1 & SA_2^2 & \ldots & SA_2A_m \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots & \ldots\ldots \\ SA_mA_1 & SA_mA_2 & \ldots & SA_m^2 \end{vmatrix} \neq 0.$$

Quand $m = n^2$, le système $(A_1, A_2, \ldots, A_m)$ est équivalent à un *quadrate* dans la terminologie de Benjamin Peirce, et pour un tel système on a toujours $\Delta \neq 0$, ce qui est d'accord avec un théorème de M. Burnside (*Math. Society London*, série 2, vol. III).

L'équation $\Delta = 0$ reste invariable quand on substitue pour $(A_1, A_2, \ldots, A_m)$ m fonctions linéaires quelconques de ces lettres, pourvu que ces fonctions soient linéairement indépendantes. Car si

$$U_i = \Sigma_{j=1}^m \tau_{ij} A_j \qquad (i = 1, 2, \ldots, m),$$

(1) Je regarde avec M. A. Lœwy (*Transactions of the American mathematical Society*, vol. IV, p. 506) un groupe irréductible G comme un cas spécial d'un groupe complètement réductible, de sorte que le groupe Γ est toujours réductible, tandis que le groupe G peut être réductible ou irréductible.

on a

$$\Delta(U_1, U_2, \ldots, U_m) = T^2 \Delta(A_1, A_2, \ldots, A_m),$$

T désignant le déterminant de la transformation.

Soit d'autre part $\overline{S}A$ la somme des éléments dans la diagonale principale d'une matrice quelconque A, et désignons par $\nabla(A_1, A_2, \ldots, A_m)$ le résultat que l'on obtient en remplaçant $\overline{S}A_i A_j$ par SA_iA_j dans Δ. Alors je trouve que $\nabla = 0$ si $\Delta = 0$, et *vice versa*. On a d'ailleurs

$$\nabla(U_1, U_2, \ldots, U_m) = T^2 \nabla(A_1, A_2, \ldots, A_m).$$

Soit σ le nombre des racines distinctes de l'équation caractéristique d'une transformation quelconque A_ζ de G, et soit s la valeur maxima de σ pour toutes les transformations de G; alors nous avons le théorème suivant : *Si* G *est complètement réductible, les divisions élémentaires sont simples pour chaque racine de l'équation caractéristique de toute transformation* A_ζ *de* G *pour laquelle* $\sigma = s$.

D'ailleurs le groupe G est irréductible, si, et seulement si, aucun des coefficients $\alpha_{ij}(\zeta)$ de la transformation générale de G n'est identiquement nul, et si, en même temps, les n transformations

$$x'_1 = \eta_1^{(p)} x_1, \qquad x'_2 = \eta_2^{(p)} x_2, \qquad \ldots, \qquad x'_n = \eta_n^{(p)} x_n$$

où

$$\eta_p^{(p)} = 1, \qquad \eta_q^{(p)} = 0 \qquad (p, q = 1, 2, \ldots, n; \, q \neq p)$$

peuvent être exprimées linéairement au moyen des transformations de G. Au moyen de ce corollaire on peut démontrer que le groupe orthogonal propre où $n > 2$ variables est irréductible.

La totalité des transformations linéaires (ou matrices) $A = \Sigma_{i=1}^m a_i A_i$ pour toutes les valeurs possibles de $a_1, a_2, \ldots, a_m$ constitue un groupe $\overline{G}$ à n variables avec m paramètres essentiels. Chaque transformation de G est une transformation de $\overline{G}$; et, comme les paramètres de G sont essentiels, on conclut que $m \geq r$. Donc, si $r = n^2$, G est irréductible. Pour que A soit une transformation de G, il est nécessaire et suffisant que $a_1, a_2, \ldots, a_m$ satisfassent aux n^2 équations

$$a_1 \alpha_{ij}(\zeta^{(1)}) + a_2 \alpha_{ij}(\zeta^{(2)}) + \ldots + a_m \alpha_{ij}(\zeta^{(m)}) = \alpha_{ij}(\zeta) \qquad (i, j = 1, 2, \ldots, n).$$

Soit R un domaine arbitraire de rationalité, et exprimons maintenant

par G un ensemble de transformations linéaires et homogènes de la forme (1), qui constituent un groupe et dont les coefficients appartiennent au domaine R. Désignons, comme tout à l'heure, par $A_1, A_2, \ldots, A_m$ un système quelconque de transformations linéairement indépendantes de G du nombre maximum m. Ces matrices constituent un système de nombres hypercomplexes (par rapport à ce domaine R) (voir mon Mémoire cité plus haut), et le groupe G est complètement réductible par rapport à R, si, et seulement si, le groupe du système hypercomplexe est complètement réductible par rapport à R, ce qui arrive si $\Delta(A_1, A_2, \ldots, A_m) \neq 0$, et *vice versa*. Il s'ensuit que, si les coefficients d'un groupe G appartiennent en même temps à deux domaines R_1 et R_2, et si G est complètement réductible par rapport à R_1, il l'est aussi par rapport à R_2.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation de Laplace à deux variables.* Note de M. **Georges Lery**, présentée par M. Humbert.

1. L'équation de Laplace,

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0,$$

admet une intégrale qui dépend de trois paramètres :

$$ux + vy + w;$$

ou bien, en transformant par inversion :

$$u\frac{x}{x^2+y^2} + v\frac{y}{x^2+y^2} + w.$$

On peut l'utiliser, comme on fait des intégrales complètes, dans le cas des équations du premier ordre.

Considérons en effet la famille de cercles Γ_σ,

$$u\frac{x}{x^2+y^2} + v\frac{y}{x^2+y^2} + w = \sigma,$$

où σ est une constante arbitraire. On peut choisir u, v, w pour que le

cercle Γ_0 touche en un point quelconque M une courbe C donnée; si ce point décrit C, l'enveloppe de Γ_σ est une courbe C_σ :

$$\varphi(x, y, \sigma) = 0.$$

Cette équation définit une fonction $\sigma(x, y)$, qui est une solution de l'équation de Laplace, nulle sur C, infinie à l'origine comme $\frac{1}{x+iy}$.

2. Soit un contour algébrique fermé C, ayant pour équation

$$f(x, y, 1) = 0;$$

l'équation de la famille isotherme C_σ est

$$f\left[x - \sigma\frac{x^2+y^2}{2},\quad y - i\sigma\frac{x^2+y^2}{2},\quad 1 - \sigma(x+iy)\right] = 0.$$

Supposons $\sigma(x, y)$ uniforme à l'intérieur de C, et finie sauf à l'origine; l'application de la formule de Green donne

$$\frac{\partial U_0}{\partial x} - i\frac{\partial U_0}{\partial y} = \frac{1}{2\pi}\int_C U\frac{d\sigma}{dn}ds;$$

on peut donc calculer à l'origine la valeur de

$$\frac{\partial U}{\partial x} - i\frac{\partial U}{\partial y},$$

si les valeurs de la fonction harmonique U sont connues sur C. On aura ensuite U en intégrant une différentielle totale, ce qui fait *deux* quadratures au total. La fonction de Green, infinie à l'origine comme $\log\frac{1}{\sqrt{x^2+y^2}}$, se déduit de σ par une intégration.

Les valeurs de U sur le contour permettent donc de déterminer une sorte d'intégrale intermédiaire.

3. Les points critiques de σ sont les foyers de la courbe C; les pôles sont ce que l'on peut appeler les images de l'origine par rapport à C, car, pour un cercle, il y a un pôle unique, qui est l'image au sens ordinaire du mot.

Lorsque σ n'est pas uniforme et finie dans C, on ne peut appliquer directement la formule de Green; la forme de la solution dépend du nombre de pôles et de foyers contenus dans C; elle est encore simple, comme j'espère le montrer, lorsqu'il n'y a que des pôles.

4. L'usage des coordonnées symétriques

$$z = x + iy, \qquad z' = x - iy,$$

simplifie les notations et donne une représentation géométrique utile.

ÉLECTRICITÉ. — *Emploi de l'électro-diapason comme générateur de courants alternatifs.* Note de M. **Devaux-Charbonnel**, présentée par M. H. Becquerel.

Quand on cherche à utiliser les courants engendrés dans l'électro-aimant d'un diapason électrique, on constate des phénomènes assez curieux.

Tout d'abord, si l'on approche un conducteur parcouru par ces courants d'un circuit formé de résistances non inductives et d'un galvanomètre thermique Duddell très sensible, on y développe des courants de plusieurs microampères. Ce phénomène ne paraît pas dû à l'induction électromagnétique. Il persiste si l'on a soin de n'exposer à leur action mutuelle que des conducteurs formés de deux fils enroulés en hélice de très faible pas. Il se produit encore, si l'on place ces conducteurs dans un tube de cuivre. Il disparaît si dans leur partie agissante, les fils reliés au diapason sont maintenus à un potentiel nul par un moyen quelconque, par exemple, en touchant à la main un point dénudé. Il semble donc que c'est la capacité électrostatique seule qui intervient.

Si ensuite on prend un galvanomètre sensible seulement au milliampère, on peut introduire l'électro-diapason dans le circuit, le galvanomètre ne dévie que si sa clef est abaissée; mais en faisant varier les résistances, on constate que le courant dépend moins de leur valeur ohmique que de leur nombre. Ainsi 10 résistances de 1000 ohms donnent une déviation 4 à 5 fois plus grande qu'une seule de 10000. Cinq résistances de 1000 ohms donnent une déviation plus faible que 10 de même valeur. Mêmes singu-

larités avec des résistances de 100 ohms. Il est bien probable que là encore la capacité électrostatique joue le rôle principal.

D'ailleurs, ces phénomènes sont bien dus à la nature spéciale des courants engendrés par l'électro-diapason, car ils ne se manifestent pas quand on fait agir sur les mêmes circuits des générateurs de puissance et de fréquence analogues, comme les ronfleurs, où le courant alternatif est produit par la variation de résistance d'un contact microphonique de charbon.

En ayant recours à l'oscillographe, on constate que le courant de l'électro-diapason, même après passage dans un transformateur, est loin d'être sinusoïdal. Il présente un sommet très aigu et une, deux ou trois encoches suivant la résistance intercalée; de plus, l'amplitude par rapport à la ligne neutre est environ trois fois plus grande dans la partie positive que dans la partie négative. Ceci n'est pas surprenant, si l'on considère que, par son fonctionnement même, le diapason rompt le courant à chaque vibration. Ces ruptures brusques sont le phénomène qui domine dans la production des courants d'utilisation qui doivent, en conséquence, être dissymétriques, avoir un haut voltage et renfermer des harmoniques supérieures. Ces particularités suffisent à expliquer la grandeur des effets d'induction électrostatique.

Ces propriétés des électro-diapasons rendent leur emploi délicat et difficile, comme générateurs. Quand on les utilise sur les lignes télégraphiques pour la télégraphie multiplex, ils développent des courants d'induction très appréciables dans les conducteurs voisins, ce qui ne paraît pas avoir lieu avec d'autres appareils, comme les ronfleurs, qui produisent un courant à peu près sinusoïdal.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La diffusion des solutions et les poids moléculaires.* Note de M. **Michel Yégounow**.

I. Ayant besoin de déterminer, pour mes travaux microbiologiques, la vitesse du mouvement de l'O^2 et de l'H^2S dans les milieux nutritifs et dans l'eau et ne pouvant pas le faire directement (1), j'ai été obligé de recourir à

(1) Changement de la diffusion dans de la gélatine (DUCLAUX, *Microbiologie*); dans l'agar-agar (d'après mes expériences).

une solution indirecte du problème. J'ai supposé que les relations les mieux déterminées pouvaient exister entre *le coefficient de diffusion* (K) et *la vitesse* du mouvement (v), dans une section donnée, pour les solutions *de même pression osmotique*, c'est-à-dire pour les solutions équimoléculaires.

Les expériences ont été faites dans de la gélatine pure à 10 % absolument transparente. Les tubes de 15^{cm} de hauteur et de $8 - 10^{mm}$ de largeur à bords unis, remplis de cette gélatine, ont été plongés de $\frac{1}{2} - 1^{cm}$ dans les solutions prises toujours en grand volume (250 à 500^{cm^3}).

Les résultats les plus importants sont :

1° *Le rapport du coefficient de la diffusibilité* (K) *à la vitesse du mouvement* (v) *(à la distance donnée) est une grandeur constante pour les solutions équimoléculaires de toutes les substances :*

$$\frac{K}{v} = \frac{K_1}{v_1} = \ldots \frac{K_n}{v_n} = \frac{\theta}{v_m} = \text{const.} \tag{1}$$

Pour les solutions *normales*, ce rapport $= 0,1$.

La vitesse v prise toujours dans la section transversale à la hauteur de 1^{cm} fut déterminée comme la première dérivée de la formule $h = a\sqrt{t}$ (formule Stefan) : $v = \frac{dh}{dt} = \frac{a}{2\sqrt{t}}$; t, le temps en jours depuis le *commencement* de la diffusion; h, l'espace parcouru par la substance qui diffuse, en cm.; a, la constante propre à chaque substance et à chaque concentration. t étant éliminé, on a v comme fonction de h : $\frac{a^2}{2h}$; si $h = 1$, $v = \frac{a^2}{2}$. Donc les équations (1) peuvent être exprimées encore ainsi :

$$\frac{K}{a^2} = \frac{K^1}{a_1^2} = \ldots \frac{K_n}{a_n^2} = \frac{\theta}{\left(\frac{a^2}{h}\right)} = \text{const.} \left(= 0{,}05 \text{ pour } \frac{1}{1}\,\text{N}\right). \tag{2}$$

Dans ces équations, a et v sont exprimés en cm. à 17-18° C.; K sont donnés à 10° d'après Stefan, Scheffer, Schumeister, etc. L'équation $v = \frac{a^2}{2h}$ démontre que la vitesse varie en raison inverse de la hauteur; voilà pourquoi la quantité (θ) de la substance diffusante varie de la même manière.

2° La forme du vase n'influe que sur la grandeur de la constante a; la loi

du mouvement $h = a\sqrt{t}$ reste juste pour toutes les formes de l'espace, sauf dans les cas où, avec la variation de la distance, la loi même de la variation de la section transversale varie, parce que a cesse alors d'être une constante.

3° La pression de la colonne d'eau jusqu'à 80^{cm} n'influe pas d'une manière appréciable sur la grandeur de la constante a.

II. *Quand la concentration* (x) *varie en progression géométrique, la vitesse v varie en progression arithmétique*. Pour plus de commodité nous remplacerons partout v par $\frac{a^2}{2}$.

Ainsi nous avons $x = 2^{\frac{y}{m}}$ ou $y = a^2$ et $m =$ constante propre à chaque substance.

Le tableau ci-dessous donne a (en cm.) à 12-13° C.; dans la première ligne on donne les valeurs de a trouvées par l'expérience ou par les graphiques et dans la deuxième ligne les valeurs de a calculées d'après la formule. La concentration de la solution est donnée dans les fractions de la solution normale

		$\frac{1}{1}$ N	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{100}$ N
NaCl	I	3,95	3,77	3,04	2,8	2,3	1,7	1,1	0,67
	II	3,95	3,6	3,22	2,79	2,28	1,61	0	
NH^4Cl	I	4,34	4,07	3,35	3,07	2,5	1,9	1,3	0,76
	II	4,34	3,96	3,54	3,07	2,52	1,77	0	
$BaCl^2$	I	3,87	3,54	3,2	2,76				
	II	3,88	3,54	3,16	2,74				

On voit que dans les limites $\frac{1}{1}$N — $\frac{1}{32}$N m pour NaCl $= 2,5$; NH^4Cl — 3,13 $BaCl^2$ — 2,5. D'après sa valeur numérique, m est presque égal à $\frac{a_n^2}{6}$, où a_n est une constante de la solution $\frac{1}{1}$N; par conséquent, l'exposant $\frac{y}{m} = \frac{6a_q^2}{a_n^2}$, où a_q est la constante d'une solution quelconque.

Pour avoir x exprimant directement la concentration en grammes-molécules j'ai obtenu ces équations :

$$x = 2^{\frac{y}{m}} - 6 = 2^{\frac{6y}{a_n^2}} - 6 = 2^{\frac{3y}{v}} - 6 = 2^{\frac{0,3y}{K}} - 6. \tag{3}$$

Ainsi, en connaissant seulement K ou (a_n) on peut trouver a (et par

conséquent aussi v) pour toute concentration. On voit par la formule que pour les solutions *équimoléculaires* d'une concentration voulue les rapports $\frac{y}{m}, \frac{y_1}{m_1}, \frac{y_2}{m_2}$ doivent être égaux. En effet, nous trouvons que pour toutes les substances données dans le tableau, le rapport $\frac{K}{a^2}$ pour $\frac{1}{1}N = 0,056$; pour $\frac{1}{2}N = 0,063$; pour $\frac{1}{4}N = 0,085$; pour $\frac{1}{8}N = 0,11$; pour $\frac{1}{16}N = 0,166$; pour $\frac{1}{32}N = 0,34$.

III. *La détermination du poids moléculaire* (M) peut être faite d'après les tables des rapports de K à a^2 ou d'après les graphiques. Quant au calcul direct de M, il faut noter que $x = \frac{10p}{M}$, où p est la teneur centésimale.

Par conséquent

$$(4) \qquad x = \frac{10p}{M} = 2^{\frac{y}{m} - 6}; \quad \text{d'où} \quad M = 10p \,.\, 2^{6 - \frac{y}{m}}.$$

Pour les solutions citées ici, les formules sont précises depuis $\frac{1}{1}N$ jusqu'à $\frac{1}{32}N$; dans un *but biologique*, où il ne faut juger que de la comparabilité des grandeurs, pour les solutions depuis $\frac{1}{32}N$ jusqu'à O, il suffit de prendre pour y les quantités *proportionnelles* à x.

CHIMIE. — *Poids atomique et spectre d'étincelle du terbium.* Note de M. **G. Urbain**, présentée par M. P. Curie (1).

J'ai indiqué précédemment (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 521; 1905) les méthodes qui m'ont permis d'isoler le terbium à l'état de pureté, et j'ai montré qu'il fallait attribuer à cet élément divers caractères spectraux, con-

(1) Séance du 17 avril 1906.

sidérés antérieurement comme caractéristiques d'éléments encore inconnus [Z_ε, G_β, Z_δ, Γ]. Ces caractères n'avaient pu être observés jusqu'ici que dans des terres yttriques sombres incomplètement purifiées.

La méthode que j'ai employée pour la détermination du poids atomique du terbium consiste à doser l'eau dans le sulfate octohydraté $(SO^4)^3Tb^2, 8H^2O$.

Le sulfate a été préparé en précipitant par un grand excès d'alcool la solution sulfurique aqueuse. Les précipités ont été lavés à l'alcool, et les lavages ont été poursuivis longtemps après que toute trace d'acide libre paraissait avoir été éliminée. Après dessiccation à 110°, les sulfates ont été dissous dans l'eau, et la dissolution rigoureusement neutre soumise à la concentration lente au bain-marie. Les cristaux ainsi obtenus forment l'octohydrate. Ils ont été séchés sur l'acide sulfurique, puis pulvérisés et séchés de nouveau dans les mêmes conditions. Ce sel est inaltérable dans l'air sec à la température ordinaire. La déshydratation a été effectuée par une élévation lente et progressive de la température. Pour éliminer les dernières traces d'eau, il est nécessaire de chauffer finalement au voisinage de 360°.

La pesée du sulfate anhydre présente une légère incertitude parce que ce corps absorbe dans l'air sec des gaz. Mais il les absorbe plus lentement et à un moindre degré que le sulfate de gadolinium, de sorte que cette cause d'erreur peut être sensiblement éliminée en pesant rapidement aussitôt que le creuset est devenu froid.

En opérant dans ces conditions que je crois être les plus favorables, j'ai obtenu des nombres très concordants; mais je n'ai pu déterminer comme dans le cas du samarium, de l'europium et du gadolinium l'ordre de grandeur des erreurs systématiques, parce que le peroxyde de terbium qui prend naissance par la calcination du sulfate à la chaleur blanche n'a pas une composition suffisamment définie pour se prêter à ce genre de déterminations.

Les différents termes de mon fractionnement de terbium pur ont donné les résultats suivants :

Fractions.	Sulfate hydraté.	Sulfate anhydre.	Poids atomique.
N° 1	2,0407	1,6489	159,20
N° 2	1,9626	1,5859	159,30
N° 3	2,2580	1,8245	159,19
N° 4	2,2385	1,8087	159,17
N° 5	2,0037	1,6190	159,19
		Moyenne. . .	159,22

J'ai admis dans les calculs $O = 16$ $H = 1,007$ $S = 32,06$.

Le spectre d'étincelle du terbium est extrêmement riche en raies. Je me

bornerai à donner la liste de celles qui me semblent les plus caractéristiques. Les raies marquées * ont été attribuées par Demarçay à un élément Γ.

3053,6	forte	3365,0	moyenne	3596,6	assez forte
3079,0	forte	3373,0	moyenne	3600,5	assez forte
3082,5	moyenne	3375,6	moyenne	3650,6	forte
3181,1	moyenne	3473,0	moyenne	3659,5	moyenne
3188,4	moyenne	3501,5	moyenne	* 3676,4	forte
3196,1	moyenne	* 3509,5	très forte	* 3703,0	très forte
3199,8	moyenne	* 3523,8	assez forte	* 3704,0	forte
3219,4	forte	* 3540,4	assez forte	3747,5	forte
3220,5	forte	* 3561,8	très forte	3754,7	moyenne
3285,1	moyenne	3567,4	moyenne	3777,1	assez forte
3293,3	forte	3568,6	très forte	3848,8	très forte
3324,5	très forte	3579,6	assez forte	3874,6	forte
3349,9	forte				

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage du cadmium dans un sel volatil ou organique.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

1° *Sel volatil.* Lorsque le sel de cadmium précipité de sa solution par le gaz sulfhydrique est volatil, tel le chlorure ou le bromure, on comprend que la portion de ce sel qu'entraîne le sulfure soit pour le dosage la cause d'une erreur sensible, si l'on soumet ce sulfure à une température un peu élevée.

Il suffit qu'une dissolution de sulfate, même en présence d'un fort excès d'acide sulfurique, contienne de petites quantités d'acide chlorhydrique ou bromhydrique, et par suite d'un chlorure ou d'un bromure quelconque, pour que l'incinération du filtre avec le précipité ne soit plus pratiquement possible.

Ainsi, ajoutons $0^g,820$ de H Cl (2^{cm^3} de solution aqueuse, d = 1,177) à $0^g,3732$ de $Cd\,SO^4$, dissous dans 200 $^{cm^3}$ d'eau renfermant $17^g,6$ de SO^4H^2 (10^{cm^3} d = 1,84). Formé en pareil milieu, le sulfure émet, si on le chauffe pour détruire le filtre sur lequel il a été recueilli, d'abondantes vapeurs blanches, alors même que les lavages ont été prolongés jusqu'à disparition complète de l'acide chlorhydrique dans les eaux. Et il est aisé de les caractériser très nettement comme chlorure de cadmium, parce que partie de ces vapeurs se condensent sur les bords supérieurs du creuset sous forme de fines aiguilles, solubles dans l'eau et sensibles à l'action du nitrate d'argent et de l'hydrogène sulfuré.

Avec l'acide bromhydrique, le phénomène est en tous points identique, et même plus sensible à cause de la plus grande volatilité du bromure. Déjà avant la carbonisation du filtre, et simplement en desséchant un peu fortement, on voit des lamelles nacrées de ce sel se hérisser sur la partie extérieure du filtre et garnir les parois du creuset. C'est ce que j'ai observé avec le sulfure préparé dans une liqueur sulfurique de cadmium identique à la précédente, sauf substitution de $0^{g},300$ de H Br aux $0^{g},820$ de H Cl.

Très facilement décomposé par l'hydrogène à 440° et même au-dessous, on ne pouvait songer à traiter ce sulfure selon le procédé de H. Rose, par le soufre à chaud dans un courant d'hydrogène pour y transformer la petite quantité de chlorure ou de bromure qu'il contient, car, ainsi, la perte en cadmium eût encore augmenté. Or, cette opération ne réussit pas si l'on chauffe le produit avec un excès de soufre, et en limitant l'afflux de l'air.

Le résultat n'a pas été meilleur lorsque, avant la dessiccation et la destruction du filtre, j'ai fait macérer le produit dans le creuset avec quelques centimètre cubes de sulfure d'ammonium concentré. Comme pour les opérations précédentes, j'ai pu encore constater, sous l'action de la chaleur, le dégagement de vapeurs de chlorure de cadmium : observation en parfait accord avec les indications de Follenius.

Connaissant la stabilité du sulfate de cadmium, j'ai enfin tenté de transformer tout d'abord le sulfure en sulfate et de n'incinérer le filtre que seulement après. Ce sel est, en effet, fixe à 600°, puisque j'ai pu le maintenir pendant plusieurs heures à cette température, sans perte sensible : $3^{g},0639$ de $CdSO^4$ après 3^h de chauffe ont redonné $3^{g},0633$ entièrement solubles. A 700°, la décomposition ne se fait même que *très* lentement en donnant du sulfate basique, jaune citron à chaud, blanc à froid.

Comme premier essai, j'ai mis $0^{g},2449$ de $CdSO^4$ à sec dans un filtre de 5^{cm} de diamètre formant cartouche, et j'ai pressé le tout sur le fond d'un creuset. Le filtre a été distillé et le charbon brûlé d'après le mode que j'ai indiqué. Il est resté du sulfate sans trace apparente même de sulfure, qui est le produit de la réduction la plus élémentaire; et la matière reprise par un peu d'eau et une goutte d'acide sulfurique a donné après dessiccation $0^{g},2447$ de $CdSO^4$.

Mais si la destruction du filtre, en présence du sulfate de cadmium, peut se faire sans perte quand il n'y a pas eu imbibition, il en est tout autrement lorsque le papier a été imprégné de sel par l'action de l'eau ou d'un liquide quelconque. Outre la difficulté que présente l'incinération, à cause de la masse saline qui recouvre le charbon, on ne retrouve qu'un résidu constitué par des grains blancs, jaunes et bruns, c'est-à-dire de sulfate et de sulfure mélangés d'oxyde dont la présence est la preuve d'une action réductrice plus énergique que lorsque le sulfate ne donne que du sulfure

et, par suite, l'indice d'une mise en liberté possible de métal avec perte par volatilisation.

En effet, dans un premier essai je n'ai retrouvé que 0g,1441 de sulfate pour 0g,1471 mis en expérience, et dans un second que 0g,1805 au lieu de 0g,1820.

Il n'y a donc pas à songer à transformer le sulfure de cadmium en sulfate par voie humide, selon le procédé connu, avant de brûler le filtre; et quand ce sulfure a été préparé avec un sel volatil ou précipité dans une solution renfermant un hydracide, il faut, soit le redissoudre sur le filtre selon les indications de M. Carnot (1) ou d'autres auteurs, puis évaporer le liquide obtenu avec un peu d'acide sulfurique dans un creuset taré, soit employer la méthode suivante que je préfère parce qu'elle est la plus rapide.

Le sulfure est détaché du filtre après lavage et sans dessiccation préalable à l'aide d'un petit filet d'eau. On le laisse déposer, ce qui a lieu rapidement à cause de sa densité, et les eaux claires seules sont redécantées sur le filtre, où il ne reste, en opérant ainsi, qu'une quantité extrêmement minime du précipité et, par suite, qu'une trace négligeable du sel volatil. On peut alors procéder à l'incinération et, après avoir ajouté au résidu le sulfure, transformer le tout en sulfate. Par ce procédé, on évite l'évaporation des eaux de lavage que nécessite la redissolution du sulfure sur le filtre.

Les résultats d'expérience obtenus avec ce second mode opératoire prouvent la rigueur de la méthode.

	1	2	3
$CdSO^4$ employé en Solution HCl 2^{cm^3} ($d = 1,177$) par 100^{cm^3}	0g,3732	0g,3732	0g,1804
$CdSO^4$ retrouvé	0,3731	0,3728	0,1801

2° *Sel à acide organique*. Lorsque le sel de cadmium renferme un acide organique, la pratique est encore plus simple. On ajoute à la solution un excès notable d'acide sulfurique; si l'acide est insoluble, on le filtre et on le lave avec de l'eau acidulée; s'il est soluble, comme la décomposition du sel est presque intégrale en présence de l'excès d'acide sulfurique, dans ce cas comme dans l'autre on revient à celui du sulfate en liqueur sulfurique et l'on procède de la même manière, sans avoir à craindre une perte lors de l'action de la chaleur sur le sulfure, puisqu'il ne renferme tout au plus que des quantités insignifiantes de sel organique.

Le problème n'ayant qu'un intérêt relatif, je n'ai fait que deux vérifications : la première sur l'acétate; la seconde sur le lactate, d'ailleurs avec plein succès.

(1) *Comptes rendus* (1886), t. CII, p. 623.

BIOLOGIE. — *Sur la maladie des chiens*. Note de **M. H. Carré**, présentée par M. Roux.

Le virus de la « maladie » des chiens est répandu à profusion dans le milieu extérieur, grâce à l'apport incessant de sécrétions virulentes disséminées par les malades.

Pour étudier l'affection avec le maximum de sécurité, c'est-à-dire pour disposer d'animaux sûrement indemnes de toute atteinte antérieure et pour opérer à l'abri d'une infection accidentelle venant du dehors, je me suis procuré des chiennes pleines. Dès leur entrée au laboratoire, ces chiennes ont été lavées et désinfectées très soigneusement, puis isolées dans des loges chaque jour lavées. Elles ont mis bas, et les jeunes ont été élevés dans les mêmes conditions de sévère isolement. Ces jeunes sont toujours restés indemnes de maladie et se sont toujours montrés sensibles à l'inoculation expérimentale de produits virulents, quel que soit le procédé d'inoculation utilisé.

Toutefois, le choix de la voie d'introduction du virus dans l'organisme n'est pas indifférent : il est subordonné à la quantité de virus à inoculer, à son état de dilution, à sa pureté, relative ou absolue.

J'utilise la veine ou le muscle pour les faibles quantités de virus pur ou légèrement souillé de microbes (jetage séreux du début de la maladie); la plèvre et le tissu conjonctif sous-cutané se prêtent très bien à l'absorption d'une grande quantité de virus pur, mais dilué (filtrat, sang).

Le procédé de choix, pour l'utilisation de produits très impurs (jetage purulent), est l'absorption par les voies digestives.

Alors même que l'inoculation sous-cutanée du filtrat sur bougie donne un résultat négatif, soit que le virus n'existe qu'en très petite quantité, soit que les pores de la bougie, obstrués par le mucus, le retiennent au passage, l'absorption de ce jetage filtré donne la maladie.

Ce mode d'infection par les voies digestives paraît être le plus sûr et de beaucoup le plus commun dans la maladie naturelle.

Quelle que soit la quantité de virus injectée, quel que soit le mode d'infection adopté, il s'écoule toujours un certain temps (2-5 jours) entre l'introduction du virus et la réaction thermique qui dénonce l'infection.

I. Si l'animal est très jeune et la dose suffisamment forte, la mort survient en quelques jours et la seule lésion consiste en un épanchement péricardique virulent.

II. Si l'animal résiste, la « maladie » évolue chez lui sous sa forme classique.

Le sang, recueilli au moment de l'élévation thermique, *est stérile, mais donne la maladie.*

Très rapidement, des complications apparaissent sur la peau (papules, pustules), sur les muqueuses (coryza virulent), sur les séreuses (exsudats virulents), sur les organes internes (myocardite, hépatite, etc.).

Si les exsudats restent purs de toute infection secondaire assez longtemps, il n'en est pas de même des autres lésions.

La plus commune de ces lésions secondaires est la broncho-pneumonie; c'est elle que j'ai particulièrement étudiée. Des foyers de pneumonie j'ai pu isoler des microbes variés, dont quelques-uns furent regardés comme spécifiques, la Pasteurella de Lignières, notamment, le coccus de Mathis, le bacille de Perez, etc.

Il est impossible de revendiquer pour aucun de ces microbes une spécificité bien nette dans la production des lésions secondaires : la flore microbienne secondaire est essentiellement variable, sauf peut-être pour les pustules cutanées dans lesquelles j'ai toujours rencontré le coccus de Mathis.

Injectés dans les tissus d'un chien neuf, ces microbes se montrent parfois doués d'une virulence assez prononcée; mais ce qui les différencie nettement du virus filtrant, c'est que leur absorption par les voies digestives est remarquablement tolérée.

J'ai mélangé pendant plusieurs mois à la nourriture de six jeunes chiens isolés ensemble des cultures abondantes (18 litres) de Pasteurella canine très virulente, isolée d'une pneumonie du chien à maladie et cultivée sans passage par les animaux de laboratoire.

Ces chiens sont toujours restés en excellente santé. L'un d'entre eux, mis dans un chenil infecté, a contracté très rapidement la maladie : il n'avait donc pas acquis l'immunité.

Ces microbes secondaires proviennent du milieu extérieur : on peut les isoler très facilement de l'intestin et des orifices naturels des chiens sains ou malades.

La « maladie » des chiens apparaît donc comme une affection à étiogénie

complexe, due à des infections successives et ayant entre elles une étroite dépendance.

La première, *seule spécifique*, est due au virus filtrant qui, en plus de son pouvoir pathogène propre, jouit de la remarquable propriété d'annihiler presque complètement la défense phagocytaire de l'animal infecté et de livrer ainsi passage à d'autres agents microbiens, variables, qui créent des lésions secondaires *non spécifiques*.

Nous pouvons parfois reproduire expérimentalement ces lésions secondaires sur l'animal neuf, mais seulement en usant d'artifices expérimentaux (inoculations, action du froid, etc.). Toutefois, ce ne sont pas là *les conditions naturelles* de leur apparition.

En effet, il suffit d'infecter un animal neuf avec le virus filtrant pur pour voir évoluer chez lui les complications habituelles de l'affection naturelle, et constater, dans les lésions secondaires, des agents microbiens que nous n'avons pas introduits dans l'organisme, mais dont nous avons pu constater la présence dans l'intestin et les cavités naturelles du chien en expérience avant l'infection spécifique expérimentale.

La maladie des chiens ne constitue pas une exception : d'autres affections existent, dans lesquelles on continue à regarder comme agents spécifiques des microbes rencontrés normalement chez l'animal sain. Il est probable que l'action pathogène de ces microbes n'est rendue possible que grâce à l'intervention primitive et indispensable d'un virus invisible jusqu'à présent.

GÉOLOGIE. — *Sur une mollasse à Turritelles et une couche lignitifère à Congéries de la presqu'île d'Azuero* (*Panama*). Note de M. **E. Joukowsky**, présentée par M. A. Michel-Lévy.

Une mission technique m'a fourni l'occasion, en mars 1905, de recueillir quelques données sur des régions nouvelles ou peu connues de la République de Panama. Outre les roches éruptives, très abondantes, j'ai vu quelques affleurements fossilifères dans le Darien méridional et dans la presqu'île d'Azuero. Ce sont ces derniers qui font l'objet de la présente note.

Dans les environs de Macaracas (presqu'île d'Azuero), on peut observer deux belles coupes de terrains tertiaires.

1° A la « Quebrada del Colmon » on voit des calcaires marneux jaunes à

foraminifères (*Bulimina*, *Lagena*, *Nodosaria*, *Cristellaria*, *Globigerina*, *Nonionina*, *Heterostegina*, *Peneraplis*), auxquels sont superposées des molasses gris-verdâtre à gros grain.

2° Ces mêmes molasses affleurent au « Rio de la Villa », près de Macaracas, et on y trouve les fossiles suivants (1) :

Turritella gatunensis Conrad, *Retusa* (*Cylichnina*) *decapitata* Dall, *Macromphalina* (*gyrodisca*) *duplinensis* Dall, *Tornatella bicincta* Heilprin, *Pyrula reticulata* Lamk, *Teinostoma rotula* Heilprin, *Callocardia* (*Agriopoma*) *gatunensis* Dall, *Corbula* (*Cuneo corbula*) *alabamiensis* Lea, dents de *Carcharodon megalodon* Agassiz, *C. augustidens* Agassiz.

La nature de la roche et ses fossiles permettent de la paralléliser avec les molasses de Gatun.

La communication entre les deux océans existait donc entre Gatun et la province de Los Santos (Azuero) à l'époque du dépôt des mollasses, ou du moins, s'il existait une terre, elle n'occupait pas l'emplacement actuel de l'isthme.

Près du Cerro Bombacho, au sud du village de Macaracas, il existe plusieurs couches de lignite dont une est superposée à un calcaire bitumineux à Congéries, qui contient les fossiles suivants :

Ampullina (*Natica amphora*) Heilprin, *Utricu'us vaginatus* Dall, *Bittium annettae* Dall, *Hydrobia* sp., *Pachychilus* (*Melania*) sp. nov., *Dreissensia* sp. nov.

Les deux premiers fossiles sont connus dans les couches à silex de Tampa (Floride), le troisième dans le Miocène de la Caroline du Nord. Quant aux deux derniers, ils appartiennent à des espèces qui se rapprochent de formes pliocènes ou actuelles. Pachychilus est très voisin d'une forme habitant actuellement le lac de Nicaragua (*Pachychilus Largillierti* Philippi), et Dreissensia a beaucoup de rapports avec des formes actuelles (*Dr. leucophacata* Coar. et *Dr. Rössmässleri* Dunker) et pliocènes (*Dr. Lamellata* Dall). Il semble donc que les couches à lignites se placent au-dessus de la molasse à Turritelles, qui elle-même appartient, d'après M. Douvillé (2), au Miocène, tandis que M. Dall (3) la rattache à l'horizon de Claiborne (Oligocène inférieur).

(1) Les fossiles ont été déterminés en collaboration avec M. Clerc, docteur ès sciences, assistant au Musée d'histoire naturelle de Genève.

(2) H. Douvillé, *Bulletin de la Société géologique de France* [3], XXVI, p. 599, 1898.

(3) In R. T. Hill, *The geological history of the Isthmus of Panama and portions of Costa-Rica*. *Bull. of the Mus. of compar. zool. Harvard coll.*, vol. XXVIII, n° 5, p. 273, 1898.

Toutefois, la relation d'âge entre les molasses à Turritelles et les couches lignitifères à Congéries ne peut être considérée comme établie, vu l'insuffisance des données paléontologiques.

Il est deux faits qu'il importe de faire ressortir :

1° La superposition visible de la molasse aux couches marneuses à foraminifères, dans une même coupe, à la « Quebrada del Colmon »;

2° La présence, dans le bassin dont les eaux se déversent dans la baie de Parita (sur le Pacifique), d'une molasse à Turritelles correspondant à l'horizon de Gatun.

Cela donne un intérêt de plus à la détermination exacte de l'âge de ces molasses.

Géologie. — *Sur de grands phénomènes de charriage en Sicile.* Note de MM. **Maurice Lugeon** et **Émile Argand**, présentée par M. Michel-Lévy.

L'admirable carte géologique au 1 : 100000 de la Sicile, publiée par le Service géologique italien, montre une série de phénomènes singuliers et très spéciaux.

Dans les Madonie et dans toute la partie occidentale de l'île on constate, sur les régions ordinairement élevées, la présence de massifs calcaires secondaires entourés par des territoires plus bas constitués par les terrains tertiaires. Ce sont comme des îles rocheuses, comme un archipel qui émergerait du pays tertiaire.

S'il paraît incontestable que plusieurs de ces petits massifs formèrent durant le Miocène et le Pliocène de véritables îles, ils sont cependant explicables par une autre hypothèse, dont nous avons pu vérifier le bien-fondé sur quelques points du pays.

Toutes ces masses de calcaires secondaires des Madonie et de la Sicile occidentale, ainsi que celles de l'archipel des Égades, appartiennent à une immense nappe de charriage plus ou moins compliquée ; elles ne sont que des lambeaux de recouvrement ou des lames de charriage supportées par l'Eocène moyen ou plus ou moins enfouies dans ce dernier.

La démonstration peut se faire dans les environs mêmes de Palerme.

. Entre la Serra di Monte Cuccio, probablement crétacique, et le Monte Cuccio

triasique, s'étend une faible bande de marnes de l'Eocène moyen, qui pénètre sous la masse triasique; on peut la suivre jusqu'à Baida, et de là par Rocca à Monreale, de l'autre côté de la montagne, entourant partout la région triasique de S. Martino, sous laquelle elle pénètre. Ainsi, cette région repose entièrement sur l'Eocène moyen. De place en place, une lame liasique s'intercale entre les deux séries.

Cet Eocène pénètre également sous le Meccino, sous toutes les montagnes triasiques qui environnent Palerme.

Ainsi, la grande plaine de Palerme et toute la région éocène de la vallée de l'Oreto est une fenêtre envahie en partie par les dépôts quaternaires. Les terrains secondaires devaient anciennement recouvrir toute cette étendue.

Mais cette grande masse triasique, accompagnée de la lame liasique, repose, par l'intermédiaire de son substratum éogène, sur un territoire jurassique et probablement crétacique, que traverse la grande route qui mène de Palerme à Torretta. Or, cette masse elle-même, qui est la prolongation du Monte Pellegrino, plane également sur l'Eocène, ainsi qu'on peut le constater à Torretta et dans sa prolongation vers Corini. Cette nouvelle région fait donc également partie d'une nappe de recouvrement plus ou moins complexe, ainsi que le montre la petite bande éocénique qui paraît séparer, d'après la carte géologique, le Monte Gibelliformi du Castellacio.

Ainsi, dans les environs de Palerme, nous pouvons constater l'existence de régions secondaires qui planent ou plongent dans le tertiaire, mais dont la plus inférieure repose encore sur l'Eocène, ainsi qu'en témoigne la petite fenêtre de Tommaso Natale.

La masse triasique de S. Martino, qui se prolonge sur le versant droit de la vallée de l'Oreto, en franchissant la fenêtre éocène, est recouverte, à Piana dei Greici, par une épaisse série liasique. Le Lias et le Trias plongent, plus ou moins inclinés, dans l'Eocène moyen, comme si la nappe se terminait en pli frontal.

Nous pouvons donc établir le sens de la poussée: la nappe de recouvrement, dont nous venons d'établir l'existence, *vient du Nord*. Une démonstration analogue peut se faire près du Monte Isidore, non loin de Palerme, où l'on voit les calcaires de la prolongation de la Serra di Monte Cuccio enveloppés par les argiles éocènes. Le Monte Isidore ne serait qu'un fragment isolé de la nappe triasique de San Martino.

D'autres massifs secondaires, comme la Serra de la Cometa, située au sud de Piana dei Greici, semblent être un chaînon enraciné, comme un anticlinal. Cependant, en plusieurs points, ce chaînon flotte sur les mêmes argiles scaglieuses éocènes, en particulier à son extrémité occidentale. Il est donc

possible que cette région jurassique, également sans racine, et qui paraît par places plus ou moins enfouie dans l'Eocène, soit une lame réapparaissant au jour, prolongation, sous le massif triasique de S. Martino-Griffone-Pelevet, de la nappe jurassique de Castellacio et du Pellegrino. Nous ne pouvons cependant nous prononcer avec certitude.

Nous tenons à faire nos réserves sur les complications de détail de ces grands phénomènes de recouvrement, qui peuvent appartenir à plusieurs nappes indépendantes, ou à des digitations d'une seule et unique nappe.

Ce sont bien, en effet, de très grands phénomènes. Au sud des régions que nous avons pu aborder et dont l'étude nous a conduits à l'hypothèse du charriage, existent d'autres masses de recouvrement Les plis qui nous ont permis de déterminer le sens du mouvement ne sont donc que des phénomènes locaux; ce ne sont point des plis frontaux. Ces lames ou lambeaux sont parsemés jusqu'à Sciacca, jusqu'aux environs de Girgenti, sur le versant sud de l'île. Nulle part, sous l'épais manteau des schistes argileux de l'Eocène moyen, nous n'apercevons le substratum secondaire autochtone.

Comme dans tous les pays où se sont déroulées les grandes nappes de recouvrement, le sens de l'effort n'a pas toujours produit des rides, dans la nappe, perpendiculairement à la poussée. Il y a des angles rentrants, tel celui compris entre les massifs des Madonie, orientés nord-ouest-sud-est, et le lambeau du Monte S. Calocera qui leur fait face. C'est dans l'angle rentrant, phénomène analogue à ceux que montrent les Alpes, que s'écoule le Tarlo.

D'autre part, les surfaces de charriage ne sont point horizontales. Non seulement elles peuvent être plongeantes, comme au sud-ouest de Palerme, mais encore inclinées transversalement au sens de la poussée. Ce sont ces abaissements d'axe qui expliquent en particulier l'enfouissement rapide de la prolongation de la Serra di M. Cuccio sous le lambeau de recouvrement du M. Isidore; c'est ce qui explique la descente de l'Eocène de la fenêtre Oreto-Palerme vers cette ville, avec la nappe triasique qu'il supporte, et ce qui fait que nulle part, sous le Pellegrino, ne se voient les argiles éocènes sur lesquelles doit reposer cette célèbre montagne, alors que ces argiles sont visibles au pied de la région liaso-jurassique du M. Gibelliformi.

En général, transversalement ou parallèlement à la poussée, les masses en recouvrement s'abaissent vers la mer tyrrhénienne.

Il nous reste à montrer l'étendue, l'origine probable et l'histoire de cette immense nappe de recouvrement.

M. **Malassez** adresse une note intitulée : *Evaluation des grossissements produits par les objectifs microscopiques, à l'aide d'une nouvelle notation.*

M. **A. Berthier** adresse une note intitulée : *Piles à gaz.*

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

Ouvrages reçus dans la séance du 17 avril 1906.

Les industries de la conservation des aliments, par X. Rocques, préface par *P. Brouardel* et *A. Müntz*, membres de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Müntz.)

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale : Mémoires originaux de la Revue de la métallurgie; 3e année, no 1, 1er avril 1906. Paris; 1 fasc. in-4°.

Einiges über Hernien, von W. Waldeyer. Berlin, L. Schumacher, 1906; 1 fasc. in-8°.

Darwinismus und Lamarckismus, von August Pauly. Munich, Ernst Reinhardt, 1905; 1 vol. in-8° (Hommage de l'auteur).

Vorschläge zur Vermeidung der Grubenkatastrophen in den Kohlenbergwerken, von Theodor Merganz. Pilsen, s. d.; 1 feuille in-4°.

Archives italiennes de Biologie : Revues, résumés, reproductions des travaux scientifiques italiens, sous la direction de *A. Mosso;* t. XLV, fasc. 1. Turin, 1906; 1 fasc. in-8°.

Atti del Reale Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, 1903-1905, t. LXIII, LXIV. Venise; 20 fasc. in-8°.

Societa Reale di Napoli. Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; Ser. III, Vol. XI, fasc. 4-7, 1905. Naples, 1905; 3 fasc. in-8°.

Societa Reale di Napoli. Atti della Reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; Ser. II, Vol. XII. con 24 tavole. Naples, 1905; 1 vol. in-4°.

Transactions of the Royal Society of Edinburg; Vol. XL, parts III and IV; Vol. XLI, parts I and II; Vol. XLIII. Edimbourg, 1904-1905; 5 vol. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 30 AVRIL 1906.

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des diphényle ou alcoylphényle camphométhane et méthylène* $C^8H^{14}<\begin{matrix}CH - CH<\begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\\ | \\ CO\end{matrix}$ *et* $C^8H^{14}<\begin{matrix}C = C<\begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\\ | \\ CO\end{matrix}$. Note de MM. **A. Haller** et **E. Bauer** (1).

La préparation des benzylbornéols secondaires et tertiaires et de leurs produits de déshydratation, les benzylcamphènes, nous a conduit à tenter celle des dibenzyle, phénylbenzyle et alcoylbenzylbornéols tertiaires. Ces dérivés devaient prendre naissance en traitant le benzylcamphre par les composés organomagnésiens du benzyle, du phényle et des radicaux C^nH^{2n+1}.

$$C^8H^{14}<\begin{matrix}CH.CH^2.C^6H^5\\ | \\ CO\end{matrix} + Mg<\begin{matrix}Br\\R\end{matrix} = C^8H^{14}<\begin{matrix}CH.CH^2.C^6H^5\\ | \\ C<\begin{matrix}OMgBr\\R\end{matrix}\end{matrix}$$

$$C^8H^{14}<\begin{matrix}CH.CH^2.C^6H^5\\ | \\ C<\begin{matrix}OMgBr\\R\end{matrix}\end{matrix} + H^2O = C^8H^{14}<\begin{matrix}CH.CH^2C^6H^5\\ | \\ C<\begin{matrix}OH\\R\end{matrix}\end{matrix} + Mg<\begin{matrix}OH\\Br\end{matrix}.$$

Toutes les tentatives faites pour réaliser ces synthèses ont jusqu'à présent échoué.

---

(1) A. HALLER et E. BAUER, *Comptes rendus*, t. CI.

L'aptitude réactionnelle du groupement cétonique CO se trouve, sans doute, atténuée par le voisinage d'un atome de carbone tertiaire *a* et d'un autre atome de carbone quaternaire *b* :

$$\begin{array}{l} CH^2 \text{———} CH - C^{(a)}H - CH^2 - C^6H^5. \\ | \qquad\quad | \qquad\qquad | \\ | \quad CH^3 - C\,CH^3 \quad | \\ | \qquad\quad | \qquad\qquad | \\ CH^2 \text{———} C^{(b)} - CO \\ \qquad\qquad | \\ \qquad\quad CH^3 \end{array}$$

Devant cet insuccès, nous avons fait agir les mêmes composés organomagnésiens sur le benzylidène camphre, dans l'espoir d'obtenir les composés $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} C = CH - C^6H^5 \\ | \quad R \\ C \left\langle\begin{array}{l} \\ OH \end{array}\right. \end{array}\right.$ qu'une réduction aurait convertis en les dérivés cherchés.

Mais, contre toute attente, la réaction ne s'est pas accomplie suivant le sens désiré. Au lieu d'obtenir des alcools tertiaires non saturés, susceptibles de perdre une molécule d'eau sous l'influence des déshydratants, nous avons isolé des combinaisons saturées qui ne perdent pas d'eau quand on les chauffe avec les acides formique, pyruvique ou phtalique.

De plus, elles ne sont que faiblement attaquées par les agents oxydants comme le permanganate de potassium, alors que dans les mêmes conditions d'oxydation le benzylidène camphre se scinde nettement en acides benzoïque et camphorique.

L'analyse de tous les corps, préparés par cette voie, ayant toutefois montré qu'il y a fixation du radical hydrocarboné de l'organomagnésien sur le benzylidène camphre, il a fallu déterminer la constitution de ces composés et interpréter leur genèse.

Pour cette recherche, nous nous sommes adressés à celui que l'on obtient le plus facilement à l'état bien cristallisé, au produit de l'action du bromure de phénylmagnésium sur le benzalcamphre qui, à l'analyse, nous a donné des chiffres conduisant à la formule $C^{23}H^{26}O$.

Or, ce composé ne diffère du *diphénylcamphocarbinol* de M[lle] Signe M. Malmgren (1) que par un atome d'oxygène en moins.

Le problème consistait donc à déshydrater ce carbinol, à hydrogéner

(1) Signe M. Malmgren, *Deut. Chem. Gest*, t. XXXVI, p. 2632.

ensuite le dérivé non saturé obtenu pour le comparer avec le produit d'addition du phényle avec le benzylidène camphre.

$$C^8H^{14}<\begin{matrix}CH.C\begin{matrix}/OH\\-C^6H^5\\\backslash C^6H^5\end{matrix}\\|\\CO\end{matrix} \longrightarrow C^8H^{14}<\begin{matrix}C=C<\begin{matrix}C^6H^5\\C^6H^5\end{matrix}\\|\\CO\end{matrix} \longrightarrow C^8H^{14}<\begin{matrix}CH.CH<\begin{matrix}C^6H^5\\C^6H^5\end{matrix}\\|\\CO\end{matrix}$$

Cet alcool, préparé suivant les indications de l'auteur, donne par déshydratation avec l'acide formique ou l'acide pyruvique, principalement un isomère fondant à 200° et soluble dans la potasse, à côté de petites quantités du dérivé non saturé cherché.

Ce même dérivé, entrevu seulement par M^lle Malmgren, a aussi été isolé des produits secondaires de la préparation du carbinol.

En présence des difficultés qu'offrait l'obtention de notables quantités de ce composé non saturé, nous l'avons produit en faisant agir de la benzophénone sur le camphre sodé. Ce mode de formation est analogue à celui du benzylidène camphre.

$$C^8H^{14}<\begin{matrix}CHNa\\|\\CO\end{matrix} \text{ ou } C^8H^{14}<\begin{matrix}CH\\\|\\CONa\end{matrix} + (C^6H^5)^2CO = NaHO + C^8H^{14}<\begin{matrix}C=C<\begin{matrix}C^6H^5\\C^6H^5\end{matrix}\\|\\CO\end{matrix}.$$

Le dérivé isolé et purifié était identique par l'ensemble de ses propriétés à celui obtenu par déshydratation du carbinol.

Traité enfin en solution alcoolique par de l'amalgame de sodium, il fournit le composé saturé $C^{23}H^{26}O$ avec le même point de fusion.

L'identité des deux corps ainsi établie, on peut conclure que dans l'action du bromure de phénylmagnésium sur le benzylidène camphre, le radical phényle se fixe sur le groupe méthylène pour donner du diphénylcamphométhane.

Il en est naturellement de même des autres organomagnésiens qu'on fait agir sur le benzalcamphre, de sorte que la réaction peut se traduire par l'équation :

$$C^8H^{14}<\begin{matrix}C=CHC^6H^5\\|\\CO\end{matrix} + RMgBr = C^8H^{14}<\begin{matrix}C-CH<\begin{matrix}R\\C^6H^5\end{matrix}\\\|\\CO-MgBr\end{matrix}.$$

$$C^8H^{14}<\begin{matrix}C-CH<\begin{matrix}R\\C^6H^5\end{matrix}\\\|\\COMgBr\end{matrix} + H^2O = C^8H^{14}<\begin{matrix}CH-CH<\begin{matrix}R\\C^6H^5\end{matrix}\\|\\CO\end{matrix} + Mg<\begin{matrix}Br\\OH\end{matrix}.$$

Cette réaction présente la plus grande analogie avec celles observées, au

cours de ses recherches, par M. Kohler (1) et ses collaborateurs, avec divers composés non saturés de la série grasse et de la série aromatique et les dérivés organomagnésiens.

Préparation des combinaisons $C^8H^{14} < \begin{matrix} CH.CH < \begin{matrix} R \\ C^6H^5 \end{matrix} \\ | \\ CO \end{matrix}$.

On prépare une solution éthérée de la combinaison organomagnésienne en suivant les indications de M. Grignard, et on la fait agir sur une solution éthérée de benzylidène camphre en quantité légèrement inférieure à la quantité théorique. Le mélange est chauffé dans un appareil à reflux pendant huit à dix heures, et, après refroidissement, traité par de l'eau acidulée. On décante la liqueur éthérée, on distille l'éther et le résidu est fractionné dans le vide.

Méthylphénylcamphométhane $C^8H^{14} < \begin{matrix} CH\,CH < \begin{matrix} CH^3 \\ C^6H^5 \end{matrix} \\ | \\ CO \end{matrix}$.

Le produit distillé se prend rapidement en masse et donne des cristaux blancs solubles dans l'alcool, la benzine, l'éther et fondant à 70-71°.

Il ne se combine pas à l'acide formique et, chauffé avec cet acide, il reste inaltéré.

La solution dans l'acétone, traitée par du permanganate de potasse, ne fournit aucune production d'oxydation.

Il ne se combine pas à la semicarbazide.

L'éthylphénylcamphométhane $C^8H^{14} < \begin{matrix} CH.CH < \begin{matrix} C^2H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix} \\ | \\ CO \end{matrix}$ se présente sous la forme de cristaux blancs fondant à 80° et possède les mêmes propriétés générales que son homologue inférieur.

Benzylphénylcamphométhane $C^8H^{14} < \begin{matrix} CH.CH < \begin{matrix} CH^2C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix} \\ | \\ C^6H^5 \end{matrix}$.

Parmi les produits de la réaction de la combinaison organomagnésienne du chlorure de benzyle sur le benzylidène camphre, on isole toujours du dibenzyle.

Le benzylphénylcamphométhane constitue une huile épaisse distillant à 230° sous $10^{m}/_{m}$. Son pouvoir rotatoire dans l'alcool absolu $[\alpha]_D = +90°.49'$.

---

(1) E. P. Kohler, *Am. Chem. Journ.*, t. XXXI, p. 642 (1904); t. XXXIII, p. 21, 35, 153, 334; p. 34, 133, 158 (1905).

Dyphénylcamphométhane $C^8H^{14}<\begin{matrix}CH.CH<\begin{matrix}C^6H^5\\C^6H^5\end{matrix}\\|\\CO\end{matrix}$.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, ce composé s'obtient : 1° par action directe du bromure de phénylmagnésium sur une solution éthérée de benzylidène camphre; 2° par réduction, au moyen de l'amalgame de sodium du diphénylcamphométhylène.

A part des différences observées dans les pouvoirs rotatoires des solutions alcooliques, les dérivés obtenus par les deux méthodes ont le même point de fusion de 106-107.

Ils se présentent sous la forme de cristaux blancs, bien définis, dont les pouvoirs rotatoires, en solution alcoolique, varient avec l'origine.

Un échantillon préparé avec l'organomagnésien a accusé le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +62°$. D'autres, obtenus par réduction du diphénylcamphométhylène, ont montré respectivement les pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D = +80°.10'$ et $+40°29'$.

Étant donné la constitution de ce dérivé qui renferme deux atomes de carbone assymétrique, il est certain qu'il peut exister sous plusieurs formes. Nous nous proposons d'ailleurs de revenir sur ce composé.

Diphénylcamphométhylène $C^8H^{14}<\begin{matrix}C=C<\begin{matrix}C^6H^5\\C^6H^5\end{matrix}\\|\\CO\end{matrix}$.

1. Préparation au moyen de la benzophénone et du camphre sodé.

Une molécule de camphre, dissoute dans l'éther, est chauffée avec de l'amidure de sodium finement pulvérisé. Quand presque tout l'amidure a disparu, on ajoute au dérivé sodé une molécule de benzophénone en solution éthérée. La réaction, d'abord assez violente, se calme peu à peu, et on la termine en chauffant le mélange pendant 4 à 5 heures. On laisse refroidir et l'on décompose par l'eau. La liqueur éthérée est distillée à la pression ordinaire et le résidu est fractionné dans le vide.

Les premières portions qui passent sont constituées par de la benzophénone et du camphre non entrés en réaction ; puis vers 250° (sous 15 $^m/_m$) il distille un liquide jaune qui se prend rapidement en masse. Après cristallisation dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole, on obtient finalement le produit sous la forme de magnifiques octaèdres jaunes fondant à 113°.5 et dont la composition répond à la formule indiquée.

Son pouvoir rotatoire dans l'alcool $[\alpha]_D = +287°$, c'est-à-dire inférieur à celui que donne le benzylidènecamphre, qui est de $[\alpha]_D = +425°$.

Nous n'avons jusqu'à présent pas réussi à le combiner à l'acide bromhydrique dissout dans l'acide acétique cristallisable.

2. Préparation au moyen du diphénylcamphocarbinol.

Comme l'a indiqué M[lle] Malmgren, ce carbinol prend naissance quand on traite la combinaison organomagnésienne du camphre monobromé par de la benzophénone. Le mélange, après avoir été chauffé pendant vingt-quatre heures et refroidi, abandonne des croûtes cristallines qu'on sépare de la liqueur éthérée surnageante. Cette partie cristalline donne après traitement et du premier jet de magnifiques cristaux blancs fondant à 122°.5 et possédant, en solution alcoolique, le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +62°49'$.

Quant à la liqueur éthérée, elle fournit, après distillation et rectification dans le vide, d'abord du bromocamphre et de la benzophénone, et finalement une huile fortement colorée en jaune, passant au-dessus de 200° (sous 15 $^m/_m$). Cette huile, abandonnée à elle-même, ne tarde pas à se prendre en masse. Une série de cristallisations dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole permet d'obtenir le corps cherché à l'état pur, sous la forme de beaux cristaux fondant à 113°.5 et ressemblant en tous points à ceux préparés par le premier procédé.

La déshydratation du diphénylcamphocarbinol a été effectuée en le chauffant à 100° avec de l'acide formique anhydre ou avec de l'acide pyruvique. On obtient une masse solide, qu'on essore et qu'on fait cristalliser dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole. Il se sépare un corps blanc fondant à 200°, et ce n'est que dans les eaux mères jaunes qu'on trouve, à la suite d'une série de cristallisations fractionnées, de petites quantités du produit de déshydratation normal fondant à 113°.5, et possédant, en solution alcoolique, le même pouvoir rotatoire que celui signalé plus haut.

Le corps blanc, de point de fusion 200°, est le produit principal qui se forme dans l'action des déshydratants sur l'alcool tertiaire, et possède la même composition centésimale que cet alcool $C^{23}H^{26}O^2$. Il se dissout dans la potasse alcoolique bouillante, et par addition d'eau on obtient un sel de potassium blanc qui se précipite. Ce sel, insoluble dans les liqueurs alcalines, est soluble dans l'eau pure. Les solutions, traitées par un acide, régénèrent le composé primitif fondant à 200°.

Nous nous proposons de continuer l'étude de l'ensemble de ces dérivés, et en particulier celle de ce dernier composé qui semble être une lactone.

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Rapports simples des « actions statiques » du muscle avec l'énergie qui les produit*, par M. **A. Chauveau**.

J'ai à fournir sur le *travail musculaire* des résultats nouveaux tendant à établir l'unification complète de la théorie des moteurs animés et des moteurs inanimés. Il est indispensable auparavant d'écarter les objections de principes que des mécaniciens distingués, faute de compétence physiologique, ont opposées à l'une de mes déterminations fondamentales sur le moteur-muscle.

De l'ensemble de mes recherches antérieures, il ressort que la dépense énergétique consacrée aux travaux physiologiques de l'organisme animal, c'est-à-dire à l'entretien de ses activités diverses, se traduit, dans le tissu musculaire, par la création d'une *force :* la *force* élastique de l'état de *contraction*.

C'est là une particularité heureuse du tissu musculaire — heureuse pour les spéculations de la philosophie générale des sciences. Il est bon que l'acquisition d'une propriété physique aussi connue que l'*élasticité*, aussi facile à étudier, caractérise, d'une manière simple et nette, l'état d'*activité* ou de *contraction* du muscle. Cette *élasticité*, à coefficient essentiellement variable, subordonné à la valeur de ses processus excitateurs, et la *force*, d'intensité non moins variable, qui en résulte pour le muscle, se substituent tout naturellement, d'une manière très avantageuse, au phénomène même de la contraction, lorsqu'on a à raisonner du muscle en tant que machine motrice.

La valeur de la *force élastique* du muscle en *contraction statique* s'apprécie, comme celle de toutes les autres forces, à la valeur du *poids* que cette *force élastique* peut équilibrer. L'expérience enseigne que, dans les limites de la puissance du muscle en travail, la *force élastique* qu'y crée l'état de *contraction fixe* ou *statique* peut prendre, sous l'influence de la volonté ou par l'effet d'un certain automatisme, toutes les valeurs imaginables. Aucune ne fait défaut à son moyen de mesure : des plus faibles aux plus fortes, ces valeurs s'expriment toujours par celles des poids antagonistes avec la plus impeccable précision.

Ainsi, les rapports les plus simples existent nécessairement entre la *force élastique* et l'*effet* qu'on demande à cette force de produire. La *force* est égale

à son *effet*, c'est-à-dire au *poids* qu'elle équilibre : il serait puéril d'insister sur un truisme si bien caractérisé.

Quant aux rapports qui unissent la *force élastique* inhérente à l'état de contraction et l'*énergie* créatrice de cette *force*, j'ai démontré, par des faits irrécusables, recueillis dans plusieurs séries d'expériences qui ont été des plus longues et des plus laborieuses, que ces rapports sont, eux aussi, *chez le même sujet*, de la plus grande simplicité. Je les résume dans les propositions suivantes :

1° *L'énergie créatrice de la force avec laquelle le muscle équilibre un poids donné est toujours proportionnelle à ce poids ;*

2° *Elle est aussi nécessairement proportionnelle au temps pendant lequel la force élastique du muscle reste créée et agit sur le poids que cette force équilibre ;*

3° *En donnant le nom de « travail statique » au produit de la force musculaire soutenant un poids par le temps consacré à cette sustentation, on peut dire, avec la plus grande correction, que l'énergie consacrée à l'exécution du « travail statique » des muscles est toujours proportionnelle à ce travail, pourvu qu'il s'effectue sans fatigue.*

J'aurais pu me passer de cette troisième proposition, qui reproduit purement et simplement les deux autres, en les fusionnant. Mais il y avait intérêt, en raison de la forme donnée aux objections présentées contre la simplicité que j'attribue aux rapports unissant l'*énergie créatrice* à la *force créée*, dans le muscle auquel on demande des *actions statiques*, à mettre directement celles-ci, sous le nom de *travail statique*, en présence de l'énergie qui y pourvoit.

Ce ne sont pas les physiologistes proprement dits qui ont introduit le *travail statique* dans le langage de l'énergétique musculaire. L'idée en vient du Rév. Samuel Haughton qui, à l'exemple du mathématicien Borelli, a appliqué ses connaissances mécaniques à l'étude des mouvements de l'homme et des animaux. Les mécaniciens sont en général hostiles à cette expression. Mais elle est plus en faveur auprès des physiologistes-physiciens, parce qu'ils ont toute compétence pour s'apercevoir que cette expression est parfaitement adéquate au fait physiologique important qu'elle désigne.

De ce qu'on peut s'en passer, il ne s'ensuit pas qu'il y ait avantage à le faire. C'est tout le contraire qu'il faut penser. On le verra surtout plus tard. Mais, dès maintenant, les *actions* parfaitement déterminées, que définit l'expression *travail statique*, s'accommodent très bien de cette désigna-

tion, dans la comparaison qu'il y a à faire de ces *actions* avec l'*énergie* d'où elles dérivent.

On a parlé d'impossibilités scientifiques à la rencontre constante de rapports simples entre la valeur du *travail statique* et celle de l'*énergie* qui en est la source. Tous les faits d'ordre physiologique, recueillis en nombre considérable, particulièrement sur l'espèce humaine, protestent contre cette manière de voir. Ce sont, en effet, des faits précis et d'une constance absolument régulière qui m'ont permis d'attribuer la plus parfaite simplicité aux rapports de l'*énergie créatrice* et de la *force créée*, dans le muscle en état de *travail statique*. Ces faits ne laissent absolument rien à désirer au point de vue de leur exactitude. Ils procèdent de deux méthodes.

N° 1. — *Les premiers en date sont les faits par lesquels on a montré que l'échauffement des muscles en contraction statique est proportionnel au poids de la charge soutenue par ces muscles.*

Avec cette méthode, la valeur relative de la *dépense énergétique*, créatrice du *travail statique*, était appréciée d'après les excédents de chaleur sensible libérée dans le processus thermo-chimique qui provoque la mise en jeu de toutes les activités organiques.

N° 2. — Une deuxième méthode, plus précise, a permis de déterminer la valeur de la dépense d'énergie par la quantité d'oxygène que les sujets absorbent en plus pour brûler le potentiel dont la dépense est exigée par la mise en activité des muscles qui ont à exécuter du *travail statique* ou des *actions statiques*.

Or, tous les faits recueillis dans ces nouvelles déterminations expérimentales ont démontré que la quantité d'oxygène absorbé en plus pour parer à la dépense énergétique qu'exige l'exécution du dit « travail statique » est exactement proportionnelle à ce « travail statique », c'est-à-dire au poids soutenu par les muscles et à la durée du soutien.

Il est permis de se demander comment des démonstrations aussi rigoureuses n'ont pas réussi à prévenir les doutes émis sur l'existence habituelle de rapports simples et absolument constants, entre la *dépense énergétique* du muscle et ses *actions statiques* ou, autrement dit, son *travail statique*.

Ces doutes résultaient de déductions tirées des conditions de fonctionnement des moteurs mécaniques. Elles ne s'imposaient pas : j'aurai à le démontrer plus tard. En tout cas, il convenait de tenir compte des conditions spéciales dans lesquelles se dépense l'énergie préposée à la création des

travaux physiologiques de l'organisme, particulièrement de ceux du moteur-muscle. On ne l'a pas fait, ou plutôt on ne l'a fait que dans une mesure très incomplète, témoignant bien d'une méconnaissance très grande du processus qui subvient aux besoins énergétiques de l'économie animale.

La contradiction ne s'est pas, toutefois, manifestée toujours avec intransigeance. J'ai eu le plaisir de constater, dans le passage suivant d'une Note à l'Académie (*Comptes Rendus*, t. CXXXVIII, p. 1481. — *Énergie en jeu dans les actions statiques*. Note de M. Liébert, présentée par M. Maurice Lévy), que l'auteur soupçonne avec beaucoup de discernement l'existence de ces conditions spéciales qui expliqueraient la rencontre de cas dans lesquels l'*énergie* dépensée dans un *effort statique* serait proportionnelle à cet effort :

« Dans une communication (*Comptes Rendus*, 24 mai 1904), M. Ernest Solvay, à l'occasion des expériences de M. le professeur Chauveau, sur l'énergie musculaire, montre clairement qu'il n'y a, en général, aucune relation simple entre l'énergie mise en jeu dans les actions statiques et ces actions. Mais il peut se présenter aussi des cas où l'effort est exactement proportionnel à l'énergie, et il semble que ce sont précisément ces cas que M. Chauveau a cherché à réaliser. »

Ce passage appelle une rectification qui a son importance. Je n'ai pas eu à chercher la réalisation de cas où l'énergie dépensée fût exactement proportionnelle à l'effort demandé au muscle, pour en obtenir une *action* ou un *travail statique* déterminé. Les circonstances où il en est ainsi se trouvent réalisées tout naturellement sur les sujets d'expériences, dans les recherches d'énergétique biologique. Chez eux, en effet, *il ne peut pas se présenter de cas où l'énergie consacrée à la création d'une action quelconque, statique, dynamique ou de tout autre caractère, ne soit exactement proportionnelle à la force créée pour effectuer cette action. Jamais il ne se présente une condition où la dépense d'énergie puisse obéir à une autre loi, par exemple, se montrer proportionnelle au produit de l'effort par sa racine carrée, ce qui, du reste, serait encore une relation simple entre l'énergie créatrice et la force créée.*

Pourquoi cette proportionnalité de la dépense énergétique et de la force qui en résulte s'impose-t-elle à l'organisme animal d'une manière aussi rigoureusement nécessaire?

A la base même de l'explication à donner se place un grand fait. Le métabolisme chimique, source de l'énergie mise à la disposition de l'organisme pour pourvoir à toutes ses activités, se réduit, en dernière analyse, de

par les lois de Berthelot sur la thermo-chimie, à un simple phénomène de combustion.

On démontre, en effet, dans les laboratoires bien outillés pour faire de la bonne calorimétrie, qu'avec les sujets en équilibre de nutrition, la chaleur produite dans l'appareil est quasi-équivalente à la chaleur qui serait résultée de la combustion directe des aliments assimilés. Ainsi, suivant l'heureuse conception de M. Berthelot, il n'y a pas à tenir compte des nombreux processus chimiques de détail qui s'interposent entre la condition de l'*état initial* et celle de l'*état final*. L'expérience enseigne qu'alors les choses se passent, au point de vue énergétique, comme si le potentiel alimentaire était brûlé directement par l'oxygène dans l'organisme animal.

Or, dans le processus transformateur ainsi simplifié, la valeur de l'énergie libérée pour les besoins des travaux physiologiques intérieurs ne dépend que de deux facteurs :

1° *La différence de valeur qui existe entre la chaleur de combustion du potentiel originel et celle de ses résidus*. Avec l'identité imposée aux conditions des expériences, ce facteur reste nécessairement invariable; il peut donc être négligé lorsqu'on ne cherche que des relations et non des déterminations absolues;

2° *La quantité de ce potentiel originel, auquel l'oxygène absorbé dans les échanges respiratoires fait subir une combustion complète ou incomplète.* C'est là le facteur variable du processus énergétique, celui qui s'adapte aux besoins d'énergie de l'organisme. La valeur de cette consommation de potentiel, ou plutôt celle de l'oxygène qui en est l'agent, suit donc une marche parallèle à celle de l'activité des organes élémentaires, agents du travail physiologique : tels ceux du muscle en contraction statique pour le soutien d'une charge.

Ainsi, l'excédent d'oxygène absorbé pendant ce travail des organes élémentaires en donne immédiatement la valeur proportionnelle. Ce qui revient à dire que les « actions statiques » du tissu musculaire exigent pour leur production une quantité d'énergie nécessairement proportionnelle à leur propre valeur.

D'où il suit qu'à l'impossibilité des rapports constamment simples entre les « actions statiques » de la contraction musculaire et l'énergie qui les produit se substitue l'impossibilité contraire, c'est-à-dire l'inévitable nécessité de ces rapports simples.

Cette conclusion démontre que les lois de la mécanique du muscle, qu'on

doit *a priori* considérer comme une émanation directe des principes fondamentaux de la mécanique rationnelle, ne sauraient cependant être soustraites à la dépendance étroite dans laquelle elles se trouvent vis-à-vis des concepts généraux de l'énergétique biologique.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les variétés doublement infinies de points d'une quadrique de l'espace à quatre dimensions applicables sur un plan.* Note de **M. C. Guichard.**

Je laisse de côté ici les quadriques spéciales; je suppose l'équation de la quadrique ramenée à la forme :

$$(1) \qquad x_1'^2(1+p^2)+x_2'^2(1+q^2)+x_3'^2(1+r^2)+x_4'^2=1.$$

Soit $A(x_1', x_2', x_3', x_4')$ un point de cette quadrique qui décrit un système doublement infini applicable sur un plan; en général, on pourra choisir les variables indépendantes u et v de telle sorte que A décrive un réseau. (Les solutions de la question qui correspondent au cas d'exception ne présentent aucun intérêt.)

Tout réseau A de la quadrique est 4O, les coordonnées complémentaires étant px_1', qx_2', rx_3', si maintenant on pose :

$$(2) \qquad x_2=\sqrt{1+p^2}x_1' \quad x_2=\sqrt{1+q^2}x_2' \quad x_3=\sqrt{1+r^2}x_3' \quad x_4=x_1',$$

le point $B(x_1, x_2, x_3, x_4)$ décrit un réseau O.

La loi d'orthogonalité des éléments fait correspondre à B un réseau $C(X_1, \ldots, X_4)$ qui est applicable sur un réseau plan $M(Y_1, Y_2)$.

On vérifie facilement que le réseau D orthogonal au réseau A a pour coordonnées :

$$(3) \qquad X_1'=X_1\sqrt{1+p^2} \quad X_2'=X_2\sqrt{1+q^2} \quad X_3'=\sqrt{1+r^2} \quad X_4'=X_4$$

et, par conséquent, D sera applicable sur un réseau de l'espace à cinq dimensions qui a pour coordonnées :

$$(4) \quad Y_1, \quad Y_2, \quad pX_1=\frac{p}{\sqrt{1+p^2}}X_1', \quad qX_2=\frac{q}{\sqrt{1+q^2}}X_1', \quad rX_3=\frac{r}{\sqrt{1+r^2}}X_3'$$

le réseau D et le réseau sur lequel il est applicable ont trois coordonnées proportionnelles.

Cette propriété existe quel que soit le réseau A de la quadrique; si A est applicable sur un réseau plan y_1, y_2, le réseau (B) sera applicable sur le réseau (E) qui a pour coordonnées :

$$(5) \qquad y_1, \quad y_2, \quad \frac{p}{\sqrt{1+p^2}}x_1, \quad \frac{q}{\sqrt{1+q^2}}x_2, \quad \frac{r}{\sqrt{1+r^2}}x_3;$$

donc :

Le problème posé revient à la recherche des réseaux O *de l'espace à quatre dimensions applicables sur un réseau de l'espace à cinq dimensions, les deux réseaux applicables étant tels que trois coordonnées de l'un ne diffèrent que par un facteur constant de trois coordonnées de l'autre.*

Remarque I. Le réseau A étant applicable sur un plan, le réseau D qui lui correspond par orthogonalité des éléments est O; ce réseau possède donc les mêmes propriétés que le réseau B; *l'application de la loi d'orthogonalité fournit donc une nouvelle solution du problème.*

Remarque II. Désignons par y_1, y_2, y_3, y_4, y_5 les coordonnées de E. On aura :

$$x_1 = \frac{\sqrt{1+p^2}}{p}y_3 \qquad x_2 = \frac{\sqrt{1+q^2}}{q}y_4 \qquad x_3 = \frac{\sqrt{1+r^2}}{r}y_5$$

et, par conséquent, le réseau F qui a pour coordonnées

$$(6) \qquad y_1, \quad y_2, \quad \frac{i}{p}y_3, \quad \frac{i}{q}y_4, \quad \frac{i}{r}y_5$$

est applicable sur le réseau à une dimension x_4. On obtient donc ainsi les réseaux I tracés sur la quadrique :

$$y_1'^2 + y_2'^2 - p^2y_3'^2 - q^2y_4'^2 - r^2y_5'^2 = 1.$$

Aux réseaux applicables B et E on fait correspondre des déterminants O, Δ et Δ' :

$$(7) \qquad \Delta = \begin{vmatrix} x_1 \dots x_4 \\ y_1 \dots y_4 \\ \xi_1 \dots \xi_4 \\ \eta_1 \dots \eta_4 \end{vmatrix} \qquad \Delta' = \begin{vmatrix} x_1' \dots x_5' \\ y_1' \dots y_5' \\ z_1' \dots z_5' \\ \xi_1' \dots \xi_5' \\ \eta_1' \dots \eta_5' \end{vmatrix}$$

ayant pour rotations

$$\Delta\begin{pmatrix} a & e & m \\ b & f & n \end{pmatrix} \qquad \Delta'\begin{pmatrix} A & E & G & m \\ B & F & K & n \end{pmatrix}$$

et dans lesquels

$$(8)\quad \begin{cases} \xi'_1 = \dfrac{p}{\sqrt{1+p^2}}\xi_1 & \xi'_2 = \dfrac{q}{\sqrt{1+q^2}}\xi_2 & \xi'_3 = \dfrac{r}{\sqrt{1+r^2}}\xi_3 \\ \eta'_1 = \dfrac{p}{\sqrt{1+p^2}}\eta_1 & \eta'_2 = -\dfrac{q}{\sqrt{1+q^2}}\eta_2 & \eta'_3 = \dfrac{r}{\sqrt{1+r^2}}\eta_2. \end{cases}$$

Première transformation du problème. Je prends une combinaison isotrope des deux premières lignes de Δ, par exemple la suivante :

$$(9)\qquad X_1 = x_1 + iy_1 \quad X_2 = x_2 + iy_2 \quad X_2 = x_3 + iy_3 \quad X_4 = x_4 + iy_4.$$

Je détermine ensuite $Y_1, \ldots, Y_5$ par les quadratures :

$$(10)\qquad \frac{dY_k}{\partial_u} = (a+ie)\xi'_k \qquad \frac{dY_k}{\partial_v} = (b+if)\eta'_k.$$

On posera ensuite :

$$(11)\qquad Y_6 + iY_7 = -\sum_1^5 Y_k^2 \qquad Y_6 - iY_7 = 1.$$

On aura :

$$(12)\quad \begin{cases} Y_1 = \dfrac{p}{\sqrt{1+p^2}}X_1 & Y_2 = \dfrac{q}{\sqrt{1+q^2}}X_2 & Y_3 = \dfrac{r}{\sqrt{1+r^2}}X_2 \\ \Sigma X^2 = \Sigma Y^2 = 0 & \Sigma dX^2 = \Sigma dY^2. \end{cases}$$

Cela posé, soit θ une combinaison linéaire isotrope de Y_4, Y_5, Y_6, Y_7; considérons les points B′ et E′ qui ont pour coordonnées :

$$B'\left(\frac{X_k}{\theta}\right), \qquad E'\left(\frac{Y_k}{\theta}\right).$$

Ces points décrivent des réseaux 0 applicables; on pourra supprimer deux des coordonnées de E′, enfin les trois premières coordonnées de E′ ne diffèrent que par un facteur constant des trois premières coordonnées de B′. Autrement dit, le système (B′) (E′) est analogue au système (B) (E). On obtient donc une transformation du problème.

Il importe de remarquer qu'on peut former les nouveaux déterminants Δ et Δ' qui correspondent aux réseaux B′ et E′. Je ne développerai pas le calcul qui est très simple, mais qui donnerait à cette note une trop grande étendue. Il en résulte que les déterminants Δ et Δ' étant formés, on peut poursuivre indéfiniment la transformation en effectuant seulement les quadratures (10).

Seconde transformation du problème. Je forme une combinaison isotrope des trois premières lignes de Δ', par exemple la suivante :

(13) $$Y_1 = x'_1 + iy'_1 \qquad Y_2 = x'_2 + iy'_2 \dots \qquad Y_5 = x'_5 + iy'_5,$$

je détermine X_1, X_2, X_3, X_4 par les quadratures :

(14) $$\frac{dX_k}{\rho_u} = (A + iE)\xi_k \qquad \frac{dX_k}{\rho_v} = (B + iF)\eta_k,$$

puis je pose :

(15) $$X_5 + iX_6 = -\sum_1^4 X_k^2 \qquad X_5 - iX_6 = 1.$$

On aura encore :

(16) $$\left\{\begin{array}{l} Y_1 = \dfrac{p}{\sqrt{1+p^2}}X_1 \qquad Y_2 = \dfrac{q}{\sqrt{1+q^2}}X_2 \qquad Y_3 = \dfrac{r}{\sqrt{1+r^2}}X_3 \\ \Sigma X^2 = \Sigma Y^2 = 0 \qquad \Sigma dX^2 = \Sigma dY^2. \end{array}\right.$$

Soit alors, θ, une combinaison isotrope de X_4, X_5, X_6, les points B″, E″ qui ont pour coordonnées :

$$B''\left(\frac{X_k}{\theta}\right), \qquad E''\left(\frac{Y_k}{\theta}\right),$$

décrivent des réseaux O applicables. On pourra supprimer deux des coordonnées de B″; le système B″, E″ est analogue au système B, E. On a une transformation du problème. Ici encore on pourra former les nouveaux déterminants Δ et Δ' qui correspondent à B″ et E″.

Relations entre le problème posé et la déformation des quadriques.

Je conserve les mêmes notations que dans la seconde transformation, et je pose :

$$X = Y_4 \pm iY_5.$$

Les points $M(z_1, z_2, z_3)$ et $N(t_1, \dots, t_6)$ qui ont pour coordonnées :

$$z_k = \frac{Y_k}{X} \qquad t_k = \frac{X_k}{X},$$

décrivent des réseaux 0 applicables, et l'on a :

(17) $$z_1 = \frac{p}{\sqrt{1+p^2}}t_1 \qquad z_2 = \frac{q}{\sqrt{1+q^2}}t_2 \qquad z_3 = \frac{r}{\sqrt{1+r^2}}t_3,$$

et par conséquent les réseaux $M'(z'_1, z'_2, z'_3)$ et $N'(t_4, t_5, t_6)$ où l'on a :

(18) $$z'_1 = \frac{i}{p}z_1 \qquad z'_2 = \frac{i}{q}z_2 \qquad z'_3 = \frac{i}{r}z_3,$$

sont applicables. La propriété subsiste pour les réseaux parallèles; or, si l'on suppose :

$$z_1^2 + z_2^2 + z_3^2 = 1,$$

on aura :

$$p^2 z_1'^2 + q^2 z_2'^2 + r^2 z_3'^2 = -1. \qquad (19)$$

On a donc un moyen d'obtenir une déformée de la quadrique (19).

Remarque. Si l'on connaît le réseau A et le réseau plan sur lequel il est applicable on pourra former le déterminant Δ; on connaîtra, en outre, les deux dernières lignes du déterminant Δ'; pour former ce déterminant il faudra résoudre une équation de Riccati. On voit que pour amorcer les transformations indiquées dans cette note il suffit de résoudre au début une équation de Riccati, ensuite on pourra poursuivre indéfiniment ces transformations en effectuant seulement des quadratures. Il en est de même d'ailleurs de la transformation que j'ai indiquée dans mes précédentes notes sur la déformation des quadriques.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance, l'ouvrage suivant :

Meteorologische Optik, von **J. M. Pernter** (présenté par M. Mascart).

Astronomie physique. — *Contribution à l'étude du spectre infra-rouge.* Note de M. **Milan Stefanik**, présentée par M. J. Janssen.

Depuis 1880, où M. Herschell constata la présence d'une région infrarouge, jusqu'à nos jours, on peut classer les méthodes employées pour l'étude de cette partie du spectre en trois groupes : la méthode thermométrique, la méthode photographique et l'utilisation des phénomènes de phosphorescence. Aux deux premières méthodes sont attachés principalement les noms de Langley et d'Abney qui, sans en être les fondateurs, sont ceux qui les ont

le plus perfectionnées et ont obtenu les meilleurs résultats. L'emploi de la phosphorescence dans l'étude spectrale est dû à Becquerel.

Au cours des observations que j'ai faites pendant l'éclipse du 30 août 1905, en Espagne, j'ai remarqué que lorsque je plaçais un écran rouge foncé devant la fente de mon spectroscope, je pouvais voir très loin dans le spectre infra-rouge (1).

Au retour de cette expédition, M. Janssen ayant mis gracieusement à ma disposition les appareils nécessaires, j'ai pu reprendre ces recherches à l'observatoire de Meudon.

Le dispositif provisoire que j'ai employé est le suivant :

Le spectroscope est composé :

D'un collimateur à lentille achromatique de verre ;

De deux prismes à lames parallèles contenant, l'un de la benzine, l'autre du sulfure de carbone ;

D'une lunette ordinaire à objectif et oculaire en verre.

Ce spectroscope reçoit la lumière d'un miroir plan argenté à sa surface. L'image solaire est projetée sur la fente au moyen d'une lentille en verre.

Entre la lentille de projection et la fente est placé un écran qui est composé, soit de lames de verre recouvertes d'une couche de collodion teinté, soit de cuves à lames parallèles de verre contenant un liquide coloré.

J'ai utilisé successivement des solutions alcooliques de chrysoïdine, de vert malachite, de violet d'aniline, etc., et des mélanges divers de ces substances.

Les meilleurs résultats ont été obtenus lorsque l'écran absorbait la totalité des radiations lumineuses du spectre, ne laissant passer que les rayons extrême-rouge et infra-rouge.

J'ai eu l'impression que la visibilité de l'infra-rouge devient ainsi meilleure, parce que la lumière diffusée par les pièces optiques du spectroscope et provenant des radiations lumineuses parasites du spectre est supprimée.

Cette propriété des écrans semble d'ailleurs générale et j'ai pu, à plusieurs reprises, remarquer que lorsqu'un écran ne laisse passer qu'une portion limitée du spectre, l'observation de cette région est favorisée par la diminution bien nette du fond lumineux sur lequel il se détache.

Malgré les nombreuses pièces optiques de verre qui entrent dans la composition de cet appareil et dont l'absorption est désavantageuse, j'ai pu observer et dessiner nettement le spectre jusqu'à 1^{μ}, dans certaines circonstances encore plus loin, quoique difficilement.

(1) J'ai signalé cette particularité dans une note des *Comptes rendus*, t. CXII, p. 585.

Le groupe Z est toujours très visible, ainsi que X; les raies π, ς, σ, τ le sont déjà plus rarement.

Des variations entre l'intensité relative de raies m'ont montré que quelques-unes sont d'origine tellurique. Je compte continuer ces recherches avec un appareil mieux approprié.

L'extrême-rouge visible qui, d'après l'Annuaire du Bureau des longitudes, était fixé à $0^{\mu},795$ est donc reporté, grâce à l'emploi des écrans, jusqu'à (au moins) $0^{\mu},900$.

Les avantages procurés par l'utilisation des écrans pour l'étude des protubérances ont été pour la première fois signalés par M. Janssen en 1869 (*Comptes rendus*, t. LVIII, p. 713). J'attire l'attention sur cette méthode surtout au point de vue des études spectrales, et spécialement pour celles de l'infra-rouge.

NOMOGRAPHIE. — *Sur un théorème de J. Clark.* Note de M. **Maurice d'Ocagne**.

Ayant remarqué que toute équation, à trois variables α_1, α_2, α_3, représentable en points alignés au moyen de *trois échelles rectilignes*, est de la forme

$$(1) \qquad A f_1 f_2 f_3 + \Sigma B_i f_j f_k + \Sigma C_i f_i + D = 0$$

où i, j, k est une des permutations circulaires de 1, 2, 3, et où chaque fonction f_i ne contient que la seule variable α_i de même indice, je me suis proposé inversement, étant donnée une équation de la forme (1), de reconnaître dans quel cas elle est représentable au moyen de trois échelles rectilignes *réelles*, et j'ai trouvé (1) que cela a lieu lorsque le discriminant Δ du premier membre de (1) n'est pas négatif (les trois échelles rectilignes étant concourantes ou non suivant que Δ est nul ou non).

Mais M. J. Clark a remarqué que lorsqu'on ne se borne pas, comme je l'avais fait, à n'envisager que des échelles rectilignes, on peut démontrer que l'équation (1) est, *dans tous les cas*, susceptible d'une représentation réelle en points alignés, le support de l'échelle correspondant à l'une des variables, arbitrairement choisie, étant rectiligne, et ceux des échelles correspondant aux deux autres variables étant *confondus en une même conique*.

(1) *Traité de Nomographie*, p. 438. Ce résultat avait été présenté précédemment à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 988, 1896).

Mon but est ici de faire voir comment la démonstration de ce beau théorème (énoncé sans démonstration par M. Clark au Congrès de Cherbourg de l'Association française pour l'avancement des sciences) peut se rattacher à l'analyse que j'ai donnée dans le cas des trois échelles rectilignes.

Conformément aux notations employées à l'endroit précité, je pose

$$F_0 = B_1C_1 + B_2C_2 + B_3C_3 - AD,$$
$$E_i = AC_i - B_jB_k, \qquad F_i = F_0 - 2B_iC_i, \qquad G_i = B_iD - C_jC_k$$

et je remarque que, quel que soit i,

$$F_i^2 - 4E_iG_i = \Delta, \tag{2}$$

Δ étant le discriminant ci-dessus défini.

Cela dit, u et v représentant des coordonnées parallèles de droites, je pose

$$\begin{cases} u = Af_1f_2 + B_1f_2 + B_2f_1 + C_3, \\ v = B_3f_1f_2 + C_1f_1 + C_2f_2 + D, \end{cases} \tag{3}$$

ce qui revient à écrire l'équation (1) sous la forme

$$uf_3 + v = 0, \tag{α_3}$$

et, par suite, à faire correspondre à la variable α_3 une échelle rectiligne portée par l'axe des origines.

Éliminons maintenant successivement f_1 et f_2 entre les équations (3). Un calcul facile montre, eu égard aux notations ci-dessus définies, que le résultat de l'élimination de f_1 peut s'écrire

$$E_2f_2^2 + (B_3u - Av - F_2)f_2 + C_1u - B_2v + G_2 = 0. \tag{α_2}$$

L'équation (α_1) s'obtiendrait par le simple changement de l'indice 2 en l'indice 1; et, comme ces équations sont du second degré en f_2 ou f_1, les supports des systèmes (α_2) et (α_1) sont des coniques. Reste à faire voir que *ces coniques coïncident*.

Or, le support du système (α_2) a pour équation

$$(B_3u - Av - F_2)^2 - 4E_2(C_1u - B_2v + G_2) = 0,$$

qui peut s'écrire, eu égard à (2),

$$(B_3u - Av)^2 - 2(F_2B_3 + 2E_2C_1)u + 2(AF_2 + 2E_2B_2)v + \Delta = 0.$$

Le premier et le dernier terme sont indépendants de l'indice 2. D'autre part, on a, en tenant compte des valeurs écrites plus haut,

$$F_2B_3 + 2E_2C_1 = B_3(F_0 - 2B_1C_1 - 2B_2C_2) + 2AC_1C_2,$$
$$AF_2 + 2E_2B_2 = AF_0 - 2B_1B_2B_3,$$

et ces valeurs ne changent pas quand on permute les indices 1 et 2. La seconde partie du théorème de M. Clark se trouve ainsi démontrée.

Je dois ajouter que, d'après sa communication de Cherbourg, M. Clark a, dans son Mémoire encore inédit, obtenu des résultats beaucoup plus généraux visant non seulement les équations de genre nomographique 0, dont le type est l'équation (1) ci-dessus, mais encore celles dont le genre nomographique est plus élevé (1).

J'ai d'ailleurs rencontré, dans mon *Traité de Nomographie* (p. 198), une équation particulière de genre non nul, qui fournit un exemple de ces nomogrammes à supports coniques confondus.

MÉCANIQUE. — *Sur le résultat de l'étude expérimentale d'un ventilateur centrifuge.* Note de MM. **Henri** et **Léon Bochet**, présentée par M. R. Zeiller.

L'expérimentation faite en 1886, sur la demande d'une société industrielle de constructions mécaniques, d'un ventilateur centrifuge aspirant du système Capell, alors peu connu en France, mais déjà appliqué en Angleterre et en Allemagne, a donné quelques résultats intéressants que la présente note a pour but de faire connaître succinctement.

Ce ventilateur était établi sur des principes à peu près inverses de ceux qui sont généralement admis : pas d'enveloppe ni de cheminée évasée, ailes en petit nombre chassant l'air par leurs faces convexes et présentant un profil brisé par un élément intermédiaire, d'amplitude notable, de cylindre de révolution. Il était présenté cependant, par son inventeur, comme donnant un rendement mécanique non seulement supérieur à celui des meilleurs ventilateurs alors connus, mais tout à fait paradoxal, dépassant notablement l'unité et atteignant, dans certaines expériences, jusqu'à 1,48.

(1) Sur la définition du genre nomographique, voir *Bull. des Sc. math.*, 2e série, t. XXVI, 1902, p. 71.

L'expérimentation a été faite par observations manométriques au moyen de tubes de petit diamètre, dont les orifices étaient disposés l'un normalement à l'axe de rotation de l'appareil et, par conséquent, à la direction moyenne du courant d'air aspiré, les deux autres parallèlement au plan méridien local de l'appareil. La dépression locale était donnée par la moyenne des indications des deux derniers, et la vitesse longitudinale résultait de la comparaison entre la dépression ainsi déterminée et l'indication du premier tube. Des groupes semblables de trois tubes étaient disposés en divers points de l'orifice circulaire d'entrée de l'air; les résultats fournis par chacun d'eux étaient tenus pour applicables à tous les points situés à même distance du centre et la totalisation faite sur cette base par intégration graphique.

Des observations analogues ont été faites à la périphérie du ventilateur pour déterminer les conditions dans lesquelles l'air était rejeté dans l'atmosphère, et aussi dans lesquelles une certaine quantité en était aspirée par le jeu existant entre la turbine et les flasques fixes de l'appareil. Mais là, un quatrième tube manométrique, perpendiculaire aux trois autres, a été employé, parce qu'il était nécessaire de déterminer non seulement la projection de la vitesse sur une direction fixe, mais la vraie valeur absolue de cette vitesse elle-même, qu'on ne pouvait plus, comme à l'entrée, déduire de la valeur de la dépression, celle-ci n'étant plus la cause productrice du mouvement.

L'ensemble des résultats obtenus se vérifiait par la concordance du total des volumes d'air entrant et des volumes sortant. Chaque observation était d'ailleurs accompagnée de relevés précis de la température, de la pression barométrique, de la vitesse de rotation du ventilateur et du travail moteur transmis à son axe. Il en a été fait un grand nombre, les unes avec l'ouïe entièrement libre, les autres avec l'ouïe précédée d'ajutages tronconiques rétrécissant plus ou moins l'orifice d'entrée de l'air dans l'appareil et donnant l'image des orifices équivalents auxquels on a coutume de comparer les diverses exploitations minières.

Le principal résultat des expériences ainsi faites a été la confirmation de l'assertion, en apparence paradoxale, formulée sur le rendement mécanique du ventilateur : ce rendement, directement déduit des résultats d'expérience dans le cas d'orifice d'aspiration égal à l'ouïe, s'est élevé, dans ce cas, jusqu'à 1,245. L'expérimentation n'était pas disposée de manière à le mesurer directement à l'entrée des divers orifices rétrécis placés devant l'ouïe; mais la discussion de l'ensemble des résultats obtenus permet de conclure qu'il y dépasse souvent la valeur ci-dessus et qu'il s'élève très probablement, quand l'orifice d'entrée a une superficie égale aux 3/4 de celle de l'ouïe, jusqu'aux environs de 1,67.

Il est bien entendu, d'ailleurs, qu'il ne s'agit là que du rapport, au travail moteur, de la demi-force vive de l'air à son passage dans l'orifice d'entrée dans le ventilateur,

passage qui ne constitue qu'un stade intermédiaire entre l'état de l'air immobile dans l'atmosphère où il est aspiré et celui dans lequel il y est finalement rejeté par le ventilateur; c'est évidemment et exclusivement la demi-force vive qu'il possède à ce dernier moment qui constitue le produit définitif de la transformation du travail moteur, et l'expérience a bien montré, comme on devait s'y attendre, que le rapport de cette demi-force vive au travail moteur, rapport qui est le véritable rendement mécanique de l'appareil, était toujours inférieur à l'unité; il n'a jamais dépassé 0,60 environ, le surplus de la force vive d'entrée ayant été restitué dans l'intérieur de la turbine par la réaction de l'air aspiré sur les faces concaves des ailes.

La constatation expérimentale que l'air mis en mouvement possède dans certaines circonstances et en certains points de son trajet une demi-force vive supérieure de beaucoup (probablement de plus de moitié) au travail moteur semble néanmoins curieuse et intéressante à signaler.

Dans l'ensemble des expériences, la force motrice F sur l'arbre a varié de 0,77 à 5,23 chevaux-vapeur et le poids spécifique δ de l'air de 1,173 à 1,243. Dans ces limites, la vitesse de rotation a été proportionnelle à $F^{\frac{1}{3}} . \delta^{-\frac{1}{3}}$; les dépressions locales (très variables d'un point à l'autre de l'ouïe, et ce d'autant plus que l'orifice d'admission était moins rétréci) et leur moyenne se sont montrées proportionnelles à $F^{\frac{2}{3}} . \delta$; enfin, les vitesses longitudinales locales, très variables aussi dans les mêmes conditions, ont été proportionnelles à $F^{\frac{1}{3}}$ (elles doivent l'être aussi à $g^{\frac{1}{2}}$) et indépendantes de δ. Les coefficients de proportionnalité sont des fonctions de la grandeur de l'orifice rétréci d'admission x, parmi lesquelles celle afférente à la vitesse longitudinale moyenne et, par conséquent, au débit total, peut se représenter, avec une approximation suffisante pour la pratique, par une formule parabolique du 3^e degré

$$c_v = ax + bx^2 - cx^3.$$

Une autre conclusion que les déductions tirées des résultats expérimentaux laissent entrevoir, sans d'ailleurs que l'organisation des expériences, faites dans un but spécial, ait permis de la vérifier et préciser directement, c'est que le coefficient de contraction d'une veine gazeuse aspirée par un orifice en mince paroi, pour lequel on admet généralement la valeur uniforme 0,65, pourrait bien varier dans des limites étendues *avec la grandeur même du dit orifice*, atteignant des valeurs voisines de 0,80 pour des orifices supérieurs à 1^{dm^2} et s'abaissant, au contraire, beaucoup pour les petits orifices, jusqu'à tendre vers une valeur voisine de 0,40 pour un orifice infiniment petit.

ELECTRICITÉ. — *Galvanomètre à cadre mobile pour courants alternatifs.* Note de M. **Henri Abraham.**

On peut mesurer des courants alternatifs de l'ordre du centième de microampère avec un galvanomètre à cadre mobile dont le champ magnétique est créé par un électro-aimant excité par un courant alternatif de même fréquence. Pour les mesures très délicates, il peut être bon d'actionner cet électro-aimant au moyen d'un petit transformateur auxiliaire bien isolé.

Description de l'appareil. — L'appareil a été réalisé avec la collaboration de M. J. Carpentier, et nous avons aussi entrepris la construction d'un modèle moins sensible destiné à diverses mesures industrielles.

La disposition générale est celle d'un galvanomètre d'Arsonval ordinaire. L'électro-aimant, en forme de couronne horizontale, est à pôles saillants intérieurs. Entre ces deux pôles se trouve placé le noyau de fer cylindrique, également feuilleté. Les différentes parties de l'appareil sont isolées à l'ébonite.

Les fuites magnétiques de l'électro-aimant alternatif induisent dans les pièces métalliques fixes de l'appareil des courants qui tendent à réagir sur le circuit du cadre. S'il y a quelque dissymétrie dans la construction, le cadre mobile sera donc légèrement entraîné d'un côté ou de l'autre comme dans un champ tournant. On ne peut pas faire qu'il n'y ait aucune dissymétrie, mais il est facile de supprimer, une fois pour toutes, l'effet d'entraînement dont il vient d'être question, en plaçant dans l'entrefer une petite lame de métal convenablement orientée.

Couple directeur électrique. Sa suppression. — L'électro-aimant étant excité, si l'on ferme le circuit du galvanomètre sur une résistance faible, on voit le cadre mobile se fixer violemment dans la position où il n'est traversé par aucun flux. Si on l'écarte de cette position, il y est ramené par un couple directeur puissant qui s'ajoute au couple de torsion du fil. Il semble donc que la sensibilité de l'appareil doive se trouver énormément réduite.

Ce couple directeur provient du courant induit dans le cadre par le flux alternatif. Si ce courant était exactement en quadrature avec le champ, il ne produirait aucune déviation ; le couple observé est dû au retard de phase que la self-induction du cadre impose au courant. Pour faire disparaître le couple, il n'y a qu'à faire disparaître le retard de phase.

Or, ceci est facile à obtenir. On met *en série* avec le cadre mobile

une capacité shuntée par une résistance réglable. Cette deuxième partie du circuit avance la phase du courant, et, pour une valeur convenable de la résistance, en fait disparaître le retard de phase et, en même temps, le couple directeur.

On peut remarquer que la compensation est ainsi faite une fois pour toutes, et que le circuit du cadre mobile, suivi de la capacité shuntée, n'intervient plus que par sa résistance (1).

Sensibilité obtenue. — Le cadre mobile a, par exemple, une résistance de 200 ohms et une période d'oscillation de 10 secondes. La compensation du couple directeur est obtenue par la mise en circuit de un demi-microfarad shunté par une résistance de 330 ohms. Le galvanomètre, fermé sur une résistance de 2000 ohms, est apériodique et son zéro est stable, à moins de un demi-millimètre près, l'échelle étant à un mètre de l'appareil. Dans ces conditions, la sensibilité est de 275 millimètres par micro-ampère.

REMARQUE. — Lorsque l'on fait le réglage de la compensation du couple directeur électrique, il peut être intéressant d'exagérer l'action de la capacité de réglage, de manière à mettre le courant induit dans le cadre en avance sur la force électro-motrice. Au lieu d'un couple directeur, on a alors un couple d'instabilité qui se retranche du couple de torsion du fil, et l'on arrive à ce résultat paradoxal d'obtenir une sensibilité plus grande que ne le comporte la torsion du fil.

Dans l'expérience précédente, par exemple, si l'on porte de 330 à 340 ohms la résistance qui shunte la capacité compensatrice, la sensibilité atteint 400 millimètres par micro-ampère.

PHYSIQUE. — *Sur les spectres des alliages.* Note de MM. **J. de Kowalski** et **P. B. Huber**, présentée par M. E. H. Amagat.

C'est en étudiant l'influence de la self-induction sur les spectres de la décharge oscillante, entre électrodes en alliages métalliques, que nous avons

(1) Une capacité C shuntée par une résistance R compense une self-induction L donnée par la formule

$$L = \frac{CR^2}{1 + \omega^2 C^2 R^2}.$$

Si donc on met dans le circuit du cadre mobile une self-induction inconnue, la mesure de la résistance de réglage fera connaître la valeur de cette self-induction. Le procédé est très commode pour la mesure à un pour cent près des coefficients de self-induction, à partir de quelques millièmes de Henry.

observé un phénomène qui nous paraît assez intéressant pour être signalé. On sait, d'après les recherches de Schuster et Hemsalech, qu'en intercalant une self-induction dans le circuit de la décharge oscillante d'un condensateur, on fait disparaître dans le spectre de la décharge non seulement les lignes de l'air, mais aussi certaines lignes du métal formant les électrodes.

Ce phénomène s'explique, soit par l'abaissement de la température moyenne dans la décharge, soit en admettant avec J. J. Thomson que l'émission de la lumière par un système corpusculaire faisant partie d'un atome n'a lieu que si la valeur de l'énergie intérieure du système dépasse un certain minimum. Si donc l'atome fait partie d'un milieu traversé par le courant électrique, comme cela a lieu dans une décharge, cette énergie intérieure serait une fonction exponentielle du temps et des paramètres qui dépendent de l'intensité du courant, ainsi que des propriétés du milieu dans lequel se trouve l'atome.

On pourrait donc s'attendre à ce que l'influence de la self-induction pût se manifester d'une façon différente selon que les électrodes seraient en métal pur ou bien en alliage, et cela parce que le milieu ambiant du système émettant la lumière est différent dans les deux cas.

Les faits que nous avons observés confirment cette prévision.

Notre circuit de décharge était composé : 1° d'une batterie de condensateurs ayant une capacité d'environ 0,003 microfarades et d'un circuit très peu inductif formé du déchargeur et de fils qui le reliaient aux condensateurs; 2° de la même batterie de condensateurs, plus une bobine d'induction, sans noyau de fer, ayant une valeur de self-induction d'environ 0,1 henry. La distance explosive était dans toutes les expériences égale à 8^{mm}.

Les photographies du spectre ont été faites avec un spectrographe construit sur les indications de l'un de nous et possédant une lentille de Cornu en quartz, ainsi que des objectifs achromatisés par la combinaison des lentilles en quartz et en spathfluor. On obtenait ainsi sur une seule plaque des photographies très nettes dans toute l'étendue du spectre, depuis les raies vertes jusqu'aux raies ultraviolettes de Cornu (environ 2000 A.).

Sans la self-induction, le temps de pose était de 30 secondes. Avec la self-induction, la pose durait toujours dix minutes. Les alliages que nous avons étudiés étaient le cuivre-magnésium et le cuivre-zinc; nous avons étudié également les métaux purs entrant dans la composition de ces alliages.

L'étude des photographies de spectres nous permet de résumer les faits de la façon suivante :

1. En intercalant la self-induction dans le circuit de la décharge, on fait

disparaître, dans le cas des électrodes en métal pur, un plus grand nombre de lignes du spectre que dans le cas des électrodes en alliage;

2. Les lignes qui n'ont pas disparu dans le spectre des alliages sont les mêmes pour l'alliage du cuivre-zinc que du cuivre-magnésium et appartiennent au cuivre;

3. Leurs longueurs d'onde, exprimées en unités Angström, sont les suivantes :

2392,8;	2441,7;	2492,2;	2618,5;	2824,5;
2961,2;	3010,9;	3036,1;	3194,1;	

4. Toutes ces lignes ont été observées dans le spectre de l'arc par Kayser et Runge, sauf toutefois la ligne 2824,5. Dans nos photographies, cette ligne est très faible, mais peut être mesurée avec précision.

Les phénomènes décrits, et qui peuvent être, comme nous l'avons dit, déduits des idées de J. J. Thomson, pourraient cependant être aussi expliqués en admettant que la température moyenne dans la décharge oscillante entre électrodes en alliage est supérieure à celle qui existe dans la décharge analogue entre électrodes en cuivre pur. Il faudrait pour cela admettre que la température de vaporisation de l'alliage est supérieure à celle du métal pur.

Chimie organique. — *Synthèse des ββ diméthyl et ββε triméthyl piméliques.* Note de M. **G. Blanc**, présentée par M. A. Haller.

L'acide ββ diméthylpimélique possède dans l'histoire des composés terpéniques une importance égale à celle des acides αα et ββ diméthylglutariques et adipiques. En effet, il constitue le produit de dégradation le plus proche de la tétrahydroeucarvone, fait qui conduit à la constitution de cette cétone (1) :

```
              CH3
              |
              CH
            /    \
        CH2        CO                          CO2H
        |          |                          /
        CH2        CH2        ——→       CH2         CO2H
        |          |     CH3            |           |
        CH2 ——————  C  <                CH2         CH2
                         CH3            |           |      CH3
                                        CH2 ———————  C
                                                           CH3
```

(1) Baeyer, *D. ch. Ges.*, t. XXXI, p. 2073; O. Wallach, *Lieb. Ann.*, t. CCCXXXIX, p. 94.

Il était donc intéressant de fixer par synthèse la constitution même de cet acide ββ diméthylpimélique. Je l'ai effectué au moyen d'une méthode très analogue à celle qui m'a servi à réaliser la synthèse de plusieurs acides bibasiques (1).

L'anhydrite ββ diméthylglutarique est réduit par le sodium et l'alcool absolu en une lactone (2).

Cette lactone, traitée par le pentabromure de phosphore, est transformée en bromure d'acide δ bromé qu'un traitement ultérieur par l'alcool absolu convertit en éther δ bromo ββ diméthylvalérique.

$$
\begin{array}{ccc}
CH^3 & & CH^3 \\
 & \diagdown\,\diagup & \\
 & C & \\
CH^2 & & CH^2 \\
| & & | \\
CO & & CO \\
 & O &
\end{array}
\longrightarrow
\begin{array}{ccc}
CH^3 & & CH^3 \\
 & \diagdown\,\diagup & \\
 & C & \\
CH^2 & & CH^2 \\
| & & | \\
CH^2 & & CO \\
 & O &
\end{array}
$$

$$
\longrightarrow
\begin{array}{ccc}
CH^3 & & CH^3 \\
 & \diagdown\,\diagup & \\
 & C & \\
CH^2 & & CH^2 \\
| & & | \\
Br.CH^2 & & CO^2C^2H^5
\end{array}
$$

Cet éther δ bromé, qui se forme avec de bons rendements, est un liquide mobile, d'une odeur tenace, bouillant à 119° (10mm). L'acide correspondant cristallise dans l'éther de pétrole en gros prismes fusibles à 58°.

L'éther bromé se condense avec l'éther malonique sodé, en donnant un éther tricarburé dont la saponification par l'acide chlorhydrique conduit à l'acide ββ diméthylpimélique.

$$
\begin{array}{ccc}
CH^3 & & CH^3 \\
 & \diagdown\,\diagup & \\
 & C & \\
CH^2 & & CH^2 \\
| & & | \\
Br.CH^2 & & CO\,C^2H^5
\end{array}
+ NaCH \begin{array}{l} \diagup CO^2C^2H^5 \\ \diagdown CO^2C^2H^5 \end{array} = NaBr
$$

(1) *Bull. Soc. chim.* (3), t. XXXIII, p. 879.

(2) *Ibid.*

$$
+ \quad \begin{array}{c} CH^3 \quad CH^3 \\ \diagdown\!\diagup \\ C \\ CH^2 \diagup \quad \diagdown CH^2 \\ | \qquad\quad | \\ CH^2 \quad\quad CO.C^2H^5 \\ \diagdown \\ CH \\ \diagup \diagdown \\ C^2H^5.CO^2 \quad CO^2.C^2H^5 \end{array}
\longrightarrow
\begin{array}{c} CH^3 \quad CH^3 \\ \diagdown\!\diagup \\ C \\ CH^2 \diagup \quad \diagdown CH^2 \\ | \qquad\quad | \\ CH^2 \quad\quad CO^2H \\ \diagdown \\ CH^2 \\ | \\ CO^2H \end{array}
$$

La condensation s'opère assez mal à la pression ordinaire, très facilement, au contraire, en autoclave à 100°, avec un bon rendement. L'éther tricarboné bout à 180° (7^{mm}).

Il est aisément saponifié par la potasse alcoolique; mais l'acide correspondant ne peut pas être isolé parce qu'il se produit en même temps séparation partielle d'un groupe carboxyle avec production finale d'un mélange des acides bi et tricarboxylés, mélange qui est incristallisable. Chauffé à 180°, il fournit d'ailleurs l'acide ββ diméthylpimélique à l'état pur. On a trouvé plus simple de chauffer directement l'éther tricarboné avec de l'acide chlorhydrique, la séparation de l'acide n'offrant aucune difficulté à cause de son peu de solubilité dans l'eau. Cet acide cristallise en belles aiguilles fusibles à 104°. Léser indique également ce point de fusion pour l'acide dérivé de la cycloacétylméthylhepténone (1).

La condensation de l'éther ββ diméthyl δ bromovalérique avec le méthylmalonate d'éthyle sodé fournit par une réaction analogue un éther tricarboné bouillant à 180-182 (7^{mm}). L'acide correspondant

$$
\begin{array}{c} CH^3 \quad CH^3 \\ \diagdown\!\diagup \\ C \\ CH^2 \diagup \quad \diagdown CH^2 \\ | \qquad\quad | \\ CH^2 \quad\quad CO^2H \\ \diagdown \\ C - CH^3 \\ \diagup \diagdown \\ CO^2H \quad CO^2H \end{array}
$$

s'obtient sans difficulté. Il est peu soluble dans l'eau et fond à 163°. Chauffé

(1) *Bull. Soc. chim.*, t. XXI, p. 549.

à 180°, il se transforme quantitativement en acide ββε triméthylpimélique avec perte de CO^2.

Cet acide triméthylpimélique

$$
\begin{array}{ccc}
 & CH^3 \quad CH^3 & \\
 & \diagdown \; \diagup & \\
 & C & \\
CH^2 & & CH^2 \\
| & & | \\
CH^2 & & Co^2H \\
 & CH - Co^2H & \\
 & | & \\
 & CH^3 &
\end{array}
$$

est très peu soluble dans l'eau, plus facilement dans l'acide formique dilué ; il fond à 55-56°.

MINÉRALOGIE. — *Sur la composition chimique de la glauconie.* Note de MM. **Léon W. Collet** et **Gabriel W. Lee**, du « Challenger Office », présentée par M. Michel Lévy.

Les savants qui ont traité de la composition chimique de la glauconie peuvent se diviser en deux groupes : les uns ont étudié la glauconie des roches sédimentaires, les autres celle qui se forme actuellement au fond de la mer.

Ce minéral se formant sur le fond des mers actuelles, c'est évidemment de la glauconie actuelle qu'il faut partir pour arriver à l'explication de sa formation.

Le plus récent travail qui traite de cette question est celui de MM. Calderon et Chaves (1), de Madrid. Ces savants, basant leurs recherches sur une analyse déjà ancienne de glauconie du crétacique inférieur de Villers-sur-Mer, faite par Pisani (2), réussirent à produire artificiellement un *silicate ferro-potassique* jouissant des mêmes propriétés physiques. La proportion de *fer ferreux* à la silice dans l'analyse qui a

(1) *Contribuciones al estudio della glauconita* (*An. Soc. espan. de Hist. nat.*, vol. XXIII, t. III. Madrid, 1894.)

(2) In GÜMBEL, *Ueber die Natur und Bildungsweise des Glaukonits.* (*Sitz. d. Math. Phys. Clas. d. K. Akad. Wissen.* München, 1886.)

servi de type à MM. Calderon et Chaves est de 20,1 à 54,1; elle est de 20,4 à 50,1 dans le minéral qu'ils produisirent par voie synthétique.

Comme l'ont fait remarquer judicieusement MM. Murray et Renard, puis M. Lacroix, le peu de concordance qui existe entre les différentes analyses de glauconie provient du fait qu'on a généralement opéré sur du matériel impur, ce minéral étant très difficile à isoler.

Ayant eu la bonne fortune de rencontrer parmi les collections de Sir John Murray au « Challenger Office » (1) un échantillon de glauconie marine de parfaite fraîcheur et ne contenant pour toute impureté que du quartz, après avoir séparé ce dernier au moyen de l'électro-aimant, nous avons fait une analyse quantitative qui nous a donné les résultats suivants :

SiO^2	= 47,46 %
Fe^2O^3	= 30,83
Al^2O^3	= 1,53
MnO^2	= traces
FeO	= 3,10
MgO	= 2,41
K^2O	= 7,76
H^2O	= 7,00
	100,09

Ce qui frappe tout de suite dans cette analyse, *c'est la forte teneur en fer ferrique et le rôle tout à fait subordonné du fer ferreux*. Cela ne doit pas être considéré comme un cas particulier, étant donné que dans toutes les analyses du « Challenger » (2) le rapport du fer ferrique au fer ferreux est sensiblement le même, de même que pour une analyse de glauconie de la « Gazelle » donnée par M. Gümbel (3).

Il résulte donc que la glauconie actuelle est un silicate ferrique et non ferreux qui a pu subir au sein des assises sédimentaires des transformations nombreuses.

MM. Calderon et Chaves ont donc, par leur synthèse, reproduit un minéral qui est identique à une glauconie de roches sédimentaires, très vraisemblablement métamorphosée par suite de réductions; cette synthèse ne peut,

(1) Ce matériel fut dragué, en 1873, par le « *M. S. S. Tuscarora* » à une profondeur de 317 mètres au point Lat. N. 38°32', Long. W. 123°24'.

(2) *Challenger Reports*, vol. *Deep sea deposits*.

(3) Gümbel, *op. cit.*

d'autre part, donner la clef du problème de la *genèse* de ce minéral au sein des mers actuelles, comme ces auteurs ont cru pouvoir le faire.

Nous donnerons prochainement le résultat de nos recherches sur la glauconie et montrerons qu'on peut suivre pas à pas, avec le microscope et l'analyse chimique, l'évolution de ce minéral remplissant les chambres de Foraminifères. Cette évolution comporte trois stades : 1° le stade argileux ou silicate d'alumine; 2° le stade silicate ferrique de couleur brun foncé, avec de très faibles proportions d'alumine; 3° la glauconitisation par apport de potasse.

La présente note a surtout pour but de faire remarquer *que la glauconie marine est un silicate essentiellement ferrique et qu'il est impossible d'expliquer sa formation en se basant sur l'étude de la glauconie des roches sédimentaires*, cette dernière, comme le fait pressentir M. Cayeux (1), ayant pu subir de nombreuses transformations.

GÉOLOGIE. — *Sur la grande nappe de recouvrement de la Sicile.* Note de MM. **Maurice Lugeon** et **Emile Argand**, présentée par M. Michel Lévy.

Une grande nappe de recouvrement, plus ou moins compliquée par des digitations ou des nappes secondaires, s'est étendue sur toute la Sicile occidentale, ainsi que nous l'avons établi dans une note précédente (2).

Il nous reste à tirer les conséquences de cette hypothèse dont l'intérêt théorique peut être considérable.

1° *La nappe vient du nord*, ainsi qu'en témoignent plusieurs plongées des digitations de la nappe dans les argiles de l'Eocène moyen, et ainsi que cela découle de la construction des profils.

2° Toutes les fois que l'on peut examiner le substratum des lambeaux de recouvrement, nous constatons qu'il est formé par les argiles de l'Eocène moyen. C'est un fait constant, aussi bien dans les environs de Palerme qu'à l'extrémité actuelle de la nappe à Sciacca, sur le versant sud de l'île. Même quand les lambeaux sont entourés par les dépôts miocènes, il est rare que l'on n'aperçoive pas dans les environs immédiats des argiles de l'Eocène dans des conditions d'affleurement souvent étranges.

---

(1) *Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires.* Lille, 1897.

(2) *Comptes Rendus*, t. CXLII, 23 avril 1906.

L'Eocène, dit inférieur, des géologues siciliens, à grandes nummulites, a participé au charriage, ainsi qu'on peut le constater dans les Madonie, dans le M. Barafo, au sud de Corleone, dans le M. Pellegrino, etc.

Les argiles de l'Eocène moyen recouvrent en bien des points les masses charriées. Plusieurs lambeaux de la nappe semblent alors n'être plus que d'immenses lentilles noyées dans ces argiles et sans attache avec leurs voisines. L'aspect discontinu des lambeaux est probablement originel. A ce titre, la nappe sicilienne se serait déroulée avec un mode spécial, connu cependant dans les Alpes, telle la vaste lentille du Falknis et celles qui caractérisent la nappe des calcaires de Hallstadt.

Ce serait comme une immense coulée, du nord vers le sud, d'une masse considérable d'argile éocène entraînant avec elle les lentilles de calcaire secondaire. Le gisement célèbre de calcaire carbonifère de Palazzo Adriano repose sur l'Eocène moyen. C'est le seul fragment primaire (et combien petit) conservé à la base des masses charriées.

La disposition en lentilles immenses paraît être le mode caractéristique de la nappe pour de grands lambeaux situés entre Corleone et Sciacca.

Les argiles de l'Eocène moyen enveloppaient donc entièrement la nappe de charriage. Elle est, en conséquence, postérieure à leur sédimentation. Les argiles de l'Eocène supérieur, presque toujours en replis serrés dans celles de l'Eocène moyen, nous laissent croire que la nappe s'est déroulée pendant les temps de l'Eocène supérieur.

Cependant, plusieurs masses de terrains secondaires, formant presque toujours des sommets, ou occupant les lignes de faîtes, sont entièrement entourées par les argiles sableuses du Miocène supérieur, tels le M. Maranfusa et le Galliello, à l'ouest de Corleone. Les petits lambeaux crétaciques qui parsèment la région tortonienne entre Aragona et Girgenti sont dans des positions analogues, mais quelques-uns sont accompagnés par des argiles de l'Eocène moyen. On pourrait croire que les phénomènes mécaniques, créateurs de la nappe, se sont perpétués jusque durant le Tortonien. Nous ne pouvons nous prononcer sur cette hypothèse, faute d'observations.

3° La grande nappe de charriage, originellement morcelée en lentilles, a été victime des transgressions dès le Miocène. Ainsi, au Cap S. Vito, l'Helvétien repose en discordance sur du Lias d'une région charriée.

Toute la nappe et sa couverture éocène ont été entièrement enfouies sous les sédimentations des transgressions miocènes et en partie recouvertes par les dépôts pliocènes. On constate même que le Miocène a pénétré entre les len-

tilles. Telles, pour citer des exemples, les grandes masses de grès burdigaliens qui s'étendent à l'est de Bisacquino jusque près de Prizzi, et ceux de Giardinetta, à l'est de Campofiorito.

4° Ainsi compris, les grands phénomènes de charriage de la Sicile, simples ou formés de plusieurs nappes, s'étendent entre la mer tyrrhénienne et la mer africaine. Au nord de Palerme, la racine est dans les eaux de la mer; au sud, son front est inconnu. C'est donc sur une surface supérieure à cent kilomètres de longueur, compris entre le cap Gallo et les environs de Girgenti, que s'est déroulée cette grande écaille de l'écorce terrestre. Erodée par les eaux miocènes et pliocènes, elle a résisté et a participé aux plissements autochtones.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de phénomènes de charriage antérieurs au Stéphanien dans la région de Saint-Etienne.* Note de MM. **P. Termier** et **G. Friedel**, présentée par M. Michel Lévy.

Il y a plusieurs années, l'un de nous, en collaboration avec M. E. Coste, puis avec M. A. Bachellery, ingénieurs des mines, a constaté l'existence en beaucoup de points, au-dessous du terrain houiller de Saint-Etienne, d'une formation singulière qui d'abord a été décrite à tort comme un sédiment granitisé par place avant le dépôt du Houiller. Nous avons repris l'étude de cette formation et avons pu établir d'une manière certaine sa véritable nature : c'est une nappe de roches diverses, le plus souvent écrasées, où domine un granite réduit par laminage à une bouillie presque amorphe, et qui témoigne de vastes phénomènes de charriage antérieurs au Stéphanien.

Nous ne signalerons dans cette note que les faits principaux, dès maintenant acquis, réservant pour une description ultérieure plus étendue les détails que comporte la démonstration de nos conclusions.

La nappe en question est surtout observable dans la partie occidentale du bassin houiller, sur ses bords Sud et Ouest. Elle forme, entre le terrain houiller et les micaschistes en place, une bande presque continue depuis Saint-Etienne jusqu'à Cizeron, sur 27 kilomètres de longueur. Sauf les épaississements locaux dont il sera question, sa puissance ne dépasse généralement pas 30 à 40 mètres. Dans l'ensemble, elle se comporte donc comme le ferait un étage sédimentaire inférieur au Houiller et à peu près concordant avec lui. Les micaschistes sur lesquels elle repose sont au contraire en complète discordance avec le Houiller. Sur le bord Sud notamment, leur direction

moyenne fait un angle de 45° avec celle du synclinal houiller. Il y a donc la même discordance entre les micaschistes en place et la nappe. Bien visible par endroits, la surface de discordance n'est cependant pas, en général, localisée d'une manière bien nette, et n'a rien de commun avec la surface de contact d'un dépôt sédimentaire discordant sur un substratum érodé. Les micaschistes sont froissés et étirés au voisinage. C'est de toute évidence une discordance tectonique.

Au-dessus de la nappe, la base du Houiller, composée en général de poudingues et schistes rouges, repose sur elle par un contact parfaitement net. Dans les poudingues, on trouve des galets de toutes les roches qui constituent la nappe, *toutes dans l'état d'écrasement où elles s'y présentent actuellement*. Il n'est donc pas douteux que la mise en place de cette nappe ne soit antérieure au Stéphanien. Le terrain houiller s'est déposé, en somme, dans une cuvette dont le fond était, sur de vastes espaces, recouvert des restes de la nappe que nous décrivons, discordante sur les micaschistes. Cette nappe, érodée avant et pendant le dépôt du Houiller, a été par endroits complètement enlevée, laissant le Houiller reposer directement sur les micaschistes en place. Ailleurs, elle a été en partie conservée. Généralement sa base, rendue extrêmement dure et compacte par l'écrasement, a seule résisté à l'érosion, tapissant ainsi d'un manteau peu épais le fond de la cuvette houillère. Mais par endroits, sans doute dans les dépressions du sol anté-stéphanien, on retrouve, au dessus des roches écrasées qui accompagnent le contact discordant avec les micaschistes, des témoins parfois très épais de la nappe, sous forme de puissants massifs d'un granite tout particulier, associés à divers termes cristallophylliens que leur faciès aussi bien que leur position discordante séparent des micaschistes inférieurs.

Les parties minces de la nappe, et, partant, la base de celle-ci, sont composées surtout, sur des épaisseurs atteignant parfois 20 et 30 mètres, d'une roche étrange qui, observée la première, a été prise d'abord pour une sorte d'arkose. Le passage graduel de cette roche, présumée sédimentaire, au granite, avait fait conclure à tort à la formation des massifs de granite par granitisation de cette arkose. En réalité, cette roche est un *granite écrasé*, où le microscope montre, nageant dans une pâte aphanitique, souvent presque entièrement isotrope, des débris, de toute forme et de toute grosseur, d'un granite plus ou moins altéré, toujours identique à lui-même, et identique au granite intact auquel la roche écrasée passe, çà et là.

Quant au granite intact, il ne ressemble *en rien* à ceux qui, dans la

région, percent les gneiss et les micaschistes en place. *C'est un granite porphyroïde alcalin, dont les analogies sont avec les granites du Mont-Blanc et du Pelvoux, et non point avec les granites classiques du Massif central.*

Au sud du bassin houiller, dans le pays montagneux où confinent les trois départements de la Loire, de la Haute-Loire et de l'Ardèche, *les montagnes les plus hautes* sont constituées par une roche cristalline très particulière, désignée sous la rubrique *gneiss granulitiques* dans la légende des trois feuilles *Valence*, *Le Puy*, *Saint-Étienne*, de la Carte géologique à 1/80.000. Ces prétendus gneiss sont horizontaux, dans leur ensemble, et se séparent très nettement des granites et des autres gneiss de la région. Déjà en 1898, l'un de nous signalait les phénomènes dynamiques que révèle l'étude microscopique de ces roches, et émettait l'idée qu'il y fallait voir, non pas des gneiss, mais *un granite alcalin écrasé et laminé, transporté par charriage à sa place actuelle.*

Cette conclusion n'est plus douteuse aujourd'hui. Les prétendus *gneiss granulitiques* en question appartiennent à la nappe anté-stéphanienne qui s'en va, plus au nord, passer sous le Houiller. Ils proviennent de l'écrasement des mêmes granites alcalins. Ils forment des lambeaux très étendus, puissants de plusieurs centaines de mètres, qui *flottent* sur le Cristallin en place. La nappe en question, probablement complexe, c'est-à-dire formée de plusieurs nappes, semble avoir recouvert une grande partie de la région orientale du Massif central. Nous ne savons point de quel côté chercher son pays d'origine.

M. **Albert Breydel** adresse une note *Sur l'électricité souterraine.*

M. **Grenier** adresse une note *Sur le traitement de l'épilepsie essentielle et sur le traitement abortif de la pneumonie.*

La séance est levée à 4 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 AVRIL 1906.

A hand-list of the Birds of the Philippine Islands, by RICHARD C. MC GREGOR and DEAN C. WORCESTER. (Depart. of Interior, Bureau of GOVT. Laboratories, nº 36, janvier 1906.) Manille; 1 fasc. in-4º.

Carnegie Institution of Washington. Year Book, nº 4, *1905*, pub. by the Institution. Washington, 1906; 1 vol. in-4º.

Report of the Bureau of Fisheries, 1904, by GEORGE M. BOWERS. Washington, Government printing Office, 1905; vol. in-8º.

Twenty-first annual report of the Bureau of animal Industrie, for the year 1904. Washington, 1905; 1 vol. in-8º.

Bulletin of the Bureau of Fisheries; vol. XXIV, 1904; *George M. Bowers*, commissioner. Washington, 1905; 1 vol. in-4º.

Memoirs of the Museum of comparative Zoologie at Hanward College; vol. XXXIII. Cambridge, Mass.; 1906; 1 vol. in-4º.

Annals of the Lowell Observatory; vol. III : *Observations of the planet Mars during the opposition of 1894, 1896, 1898, 1901 and 1903, made at Flagstaff, Arizona; Percival Lowell,* Director of the Observatory; 1905. 1 vol. in-4º.

Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse; Bd. LXXVIII, 1906; mit 20 Taffeln, 61 Textfiguren und 1 Kartenskizze. Vienne; 1 vol. in-4º.

Précis de Chimie physique, par M. EMM. POZZI-ESCOT. Paris, Jules Rousset, 1906; 1 vol. in-8º. (Hommage de l'auteur.)

L'Electrochimie, revue mensuelle des Sciences et de l'Industrie; Direct. : *Adolphe Minet;* 12ᵉ année, nᵒˢ 1, 2, 3, janvier-mars 1906. Paris, E. Bernard; 1 fasc. in-8º.

Il vero nella matematica, Discorso del Senatore GIUSEPPE VERONESE. Rome, 1906; 1 fasc. in-8º.

Ueber die Konstitution des Aethers und der Elektronen und den Mechanismus der electromagnetischen Vorgänge, von C. BECKENHAUPT. Heidelberg, 1906; 1 fasc. in-8º.

Die Tetraeder-Theorie im Leben, in der Evolution und im Aufbau der Materie, von C. BECKENHAUPT. Heidelberg, 1906; 1 fasc. in-8º.

Die Aetherenergie, von IGNAZ DICKL. Vienne, s. d.; 1 fasc. in-8º.

Die Berechnung der achsialen Aktionsturbinen auf zeichnerischem Wege, von IGNAZ DICKL. Vienne, s. d.; 1 fasc. in-8º.

Zur Effektberechnung von Flugvorrichtungen, von IGNAZ DICKL. Vienne, s. d.; 1 fasc. in-8º.

Radcliffe catalogue of 1772 stars for the epoch 1900, deducted from observations made at the Radcliffe Observatory, Oxford, during the years 1894-1903, under the direction of *Arthur A. Rambaut*. Oxford, 1906; 1 vol. in-4º.

Studien über Meteoriten, vorgenommen auf Grund des Materials der Sammlung der Universitäts Berlin, von C. KLEIN, mit 3 Taffeln. Berlin, 1906; 1 vol. in-4º.

Bericht über die Ergebnisse der Beobachtungen and den Regenstationen des Liv-, Est-Kurländischen Netzes für das Jahr 1901. Jurjew, 1905; 1 fasc. in-8º.

Report of the meteorological council for the year ending 31st. of march 1905, to the President and Council of the Royal Society. Londres, 1906; 1 vol. in-8º.

L'idrografia dei colli Euganei nei sui rapporti colla geologia e la morfologia della regione, del s. c. Luigi de Marchi. (Mem. del R. Instituto Veneto di Sc. Let. ed Arti; vol. XXVII, nº 5.) Venise, 1905; 1 fasc. in-4º.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 7 MAI 1906.

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

ASTRONOMIE. — *Découverte de mouvements propres d'étoiles à l'aide de la méthode stéréoscopique*, par M. le Dr *Max Wolf*. Note de M. **Lœwy**.

J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie que M. le Dr Max Wolf, directeur de l'Observatoire astrophysique d'Heidelberg, est parvenu à mettre en évidence l'existence de mouvements propres pour de nombreuses étoiles, par une méthode qu'on peut dire nouvelle, car elle n'avait donné lieu jusqu'à présent qu'à des tentatives infructueuses. Cette méthode consiste à comparer, dans un stéréoscope, deux photographies d'une même portion du ciel prises à plusieurs années d'intervalle.

Parmi les épreuves que ce savant m'a prié de mettre sous les yeux de l'Académie, il en est une qui se rapporte à une étoile déjà connue par l'importance de son déplacement annuel. Un intervalle de quatre ans a suffi, ici, pour que l'image de l'astre apparût dans un plan très différent de celui des étoiles voisines.

Une autre épreuve est relative à un fait analogue pour une étoile de neuvième grandeur, dans la constellation du Lion, dont le mouvement propre a été ainsi révélé pour la première fois. Dans ce cas, les deux clichés ont été pris à quatorze ans d'intervalle; mais il y a, en outre, un second résultat important qui doit être signalé : le mouvement propre a pu être évalué stéréoscopiquement avec une précision que M. Max Wolf estime supérieure à celle des mesures micrométriques ordinaires. C'est une découverte véritablement très intéressante.

D'autres photographies prises par cet astronome font voir la traînée lumineuse d'une étoile filante passant en avant des constellations environnantes. Une combinaison de deux agrandissements de clichés de l'Observatoire de Paris a rendu frappantes les différences de niveau qui existent entre les formations lunaires voisines. La comète Perrine 1902*b*, les nébuleuses d'Orion et d'Andromède présentent, dans les mêmes conditions, des aspects très expressifs.

M. le D^{r} Max Wolf, qui a déjà inauguré avec tant de succès l'application de la photographie à la recherche des petites planètes, mérite une fois de plus la reconnaissance des astronomes en démontrant que la méthode stéréoscopique, convenablement mise en pratique, peut rendre de sérieux services à l'astronomie.

ASTRONOMIE. — *Présentation du tome XII des « Annales de l'Observatoire de Bordeaux »*. Note de M. **Lœwy**.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le tome XII des *Annales de l'Observatoire de Bordeaux*, renfermant les études régulièrement poursuivies dans cet établissement pendant les deux années 1897 et 1898.

Le volume débute par une notice intéressante de M. Rayet, directeur de l'Observatoire, sur la vie et les travaux de G. Lespiault, qui a exercé une influence si heureuse sur le mouvement scientifique à l'Université de Bordeaux, et notamment contribué à la création de l'Observatoire de Floirac, auquel il a, en toute circonstance, apporté un concours des plus efficaces.

A l'aide du cercle méridien d'Eichens de 19 centimètres d'ouverture, une nouvelle recherche a été inaugurée en 1897, ayant pour objet la détermination des positions d'un certain nombre d'étoiles de huitième à neuvième grandeur, destinées à servir de repères pour la réduction des clichés à Bordeaux et comprises dans une région de l'espace, de $+10°$ à $+18°$ de déclinaison boréale, assignée à cet établissement dans la grande entreprise internationale de l'exploration photographique du ciel. Le nombre des observations obtenues à Bordeaux dans les deux années 1897 et 1898 s'élève à 10162. On constate ainsi que les travaux accomplis dans cet ordre d'idées par les observatoires français sont poursuivis avec une grande énergie et reposent sur un plan homogène.

L'ouvrage se termine par la publication de positions équatoriales, au nombre de soixante, de diverses petites planètes et comètes, ainsi que des observations météorologiques et magnétiques accomplies pendant les années 1897 et 1898.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Méthodes pour la recherche, en dehors des éclipses, des amas de particules brillantes, mêlés aux gaz et vapeurs dans la partie basse de l'atmosphère solaire*. Note de M. **H. Deslandres**

Dans une note récente (*Comptes rendus*, même tome, p. 741) j'ai fait ressortir l'importance des particules incandescentes, liquides ou solides, qui sont mêlées aux gaz et vapeurs dans la partie basse de l'atmosphère solaire (chromosphère et protubérances). Jusqu'à présent, les astronomes ont porté leur attention sur les gaz et vapeurs, qui ont été reconnus, d'abord au bord extérieur dans l'éclipse de 1868, puis journellement, en dehors des éclipses, au même bord extérieur (Janssen et Lockyer), puis, depuis 1892, à l'intérieur du bord, ou, plus généralement, dans la demi-sphère entière tournée vers la Terre (Hale et Deslandres).

Dans cette longue période, on a négligé les amas de particules qui offrent un intérêt au moins égal, mais sont plus difficiles à reconnaître, étant décelés non plus comme les gaz par une ligne fine brillante, mais par un spectre continu qui s'affaiblit avec la dispersion.

D'une manière générale, la matière solaire apparaît formée de gaz et de particules en suspension, dans les trois couches principales, distinguées jusqu'ici, qui sont : la surface même ou photosphère, la chromosphère avec les protubérances et la couronne. Les images de la photographie ordinaire sont formées par les lumières confondues des deux éléments gaz et particules; mais, pour la connaissance complète du Soleil, il importe évidemment d'avoir séparément l'image spéciale de chaque élément, et de déterminer dans chaque couche la proportion, la répartition, l'origine des deux lumières composantes, émises l'une avec un spectre de lignes et l'autre avec un spectre continu. Ce programme de recherches devra être poursuivi pour les deux couches atmosphériques, non seulement pendant les éclipses, mais en temps ordinaire, non seulement dans la partie extérieure au bord solaire, mais dans la partie intérieure, projetée sur le disque, plus étendue et importante.

Il est encore loin de sa réalisation, au moins pour les particules qui ne sont pas encore décelées dans la chromosphère et les protubérances, si l'on excepte toutefois un premier résultat obtenu en 1905, et encore dans une éclipse et au bord extérieur. Quant à la couronne, les images des deux éléments, faciles à étudier et à séparer dans les éclipses (1), n'ont pas

(1) En effet, les images de la couronne, obtenues en si grand nombre dans les éclipses avec les appareils photographiques ordinaires et des plaques non sensibles au vert, sont des images de particules.

encore été obtenues en temps ordinaire, ni séparées, ni réunies, quoique l'image des gaz soit *a priori* plus accessible (1).

En résumé, l'étude des particules est à peine commencée; elle correspond à une branche de recherches nouvelle et distincte, aussi intéressante que celle des gaz, mais non encore développée.

La première image des particules seules a été réalisée dans l'éclipse dernière et pour les protubérances. Lorsque la lumière de notre ciel disparaît, les conditions sont en effet plus favorables pour la reconnaissance des particules, comme pour celle des gaz (2). Avec des écrans colorés spéciaux, qui absorbent toutes les radiations gazeuses permanentes des protubérances, j'ai pu obtenir l'image des masses qui émettent un spectre continu (même tome, p. 741). Le résultat est le suivant : les particules forment des noyaux brillants, distincts des gaz et dont l'éclat, point important à noter, est plus grand que celui des parties voisines de la couronne.

Comme les éclipses du Soleil sont rares et de courte durée, il faut chercher à avoir l'image des particules chromosphériques en temps ordinaire. J'examine dans cette note les moyens qui paraissent les meilleurs pour atteindre le résultat au bord solaire extérieur. Le problème est d'ailleurs presque identique à un problème ancien et fort étudié qui est la reconnaissance de la couronne solaire en dehors des éclipses. Or, malgré des tentatives nombreuses, aucun résultat n'a encore été obtenu pour la couronne; mais les chances de succès sont plus grandes avec les amas de particules chromosphériques qui, d'après les observations de la dernière éclipse, sont parfois beaucoup plus brillants que la couronne.

Les méthodes et appareils proposés pour la couronne s'appliquent aux amas chromosphériques, avec cette condition en plus que l'image solaire doit être grande, car les amas s'élèvent peu au-dessus de la surface.

Les difficultés à vaincre sont les mêmes qu'avec la couronne et ont déjà été énumérées en détail (voir diverses notes de Hale et Deslandres. *Astronomy and Astrophysics*, 1893 et 1896, et *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 307; t. CXVI, p. 1184; t. CXVII, p. 1053, et t. CXL, p. 955). Elles tiennent à la grande intensité des lumières parasites qui sont développées par diffusion ou

(1) Les méthodes et les appareils qui décèlent la chromosphère gazeuze ou les protubérances s'appliquent évidemment aussi à la couronne gazeuse; les raies fines de la couronne sont seulement moins brillantes que les raies fines des protubérances, et le problème est plus difficile.

(2) La première reconnaissance des gaz a été faite dans une éclipse (celle de 1868), de même que la première reconnaissance des particules.

réflexion : 1° dans notre ciel; 2° dans l'appareil astronomique qui fournit une image réelle du Soleil; 3° dans l'appareil spécial qui extrait de l'image solaire l'image des particules (appareil d'agrandissement, écrans colorés ou spectrohéliographes).

Les lumières parasites se superposent à la lumière qui doit être décelée et la masquent. Pour les diminuer, il faut, en particulier : *a*) choisir une station élevée, dans une région sèche et exempte de cirrus; *b*) utiliser surtout des rayons de grande longueur d'onde, la région du spectre la plus favorable étant celle pour laquelle le rapport des lumières parasites et de la lumière des particules est un minimum; *c*) employer des miroirs ou des lentilles simples parfaitement polis.

En premier lieu, il convient d'essayer les appareils qui ont réussi dans la dernière éclipse, c'est-à-dire une chambre photographique ordinaire et des écrans colorés qui absorbent les radiations gazeuses permanentes des protubérances et les principales radiations métalliques, pour avoir l'image des particules seules. Les écrans colorés qui laissent passer les radiations précédentes donneront l'image des gaz et particules confondus.

Si les écrans colorés sont insuffisants, on a recours au spectrohéliographe, qui fournit l'image des objets avec une seule radiation simple; lorsque cette radiation est une raie noire du spectre normal, les deux lumières parasites principales sont, en effet, très diminuées. Le spectrohéliographe, indiqué brièvement pour la couronne par Deslandres en 1891, recommandé vivement par Hale en 1893, a été appliqué en 1894 à la recherche de la couronne sur le mont Etna par Hale et Ricco, avec la raie K du calcium qui alors était considérée comme une raie coronale permanente. Ce premier essai, pour des raisons diverses, n'a donné aucun résultat, mais sans infirmer la valeur de la méthode. L'appareil pour la recherche en question offre des avantages indiscutables; par contre, il exige une pose longue, car il utilise une très petite portion de la lumière totale, déjà relativement faible dans le cas des particules.

Cet inconvénient sera évité par une plus grande concentration de la lumière, ou autrement dit par l'emploi d'objectifs astronomiques plus grands pour la projection de l'image réelle du Soleil, l'image finale du spectrohéliographe restant la même.

On peut aussi recommander un autre spectrohéliographe, non plus monochrome, mais polychrome, dont j'ai donné le principe en 1904 (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1378). L'appareil isole à la fois plusieurs

radiations simples, et peut donner le résultat avec une pose beaucoup moindre.

Avec le spectrohéliographe, le choix des raies noires à isoler n'est pas indifférent. Les raies peuvent être divisées en chromosphériques et non chromosphériques, c'est-à-dire être comprises ou non sur la liste, publiée par Young, des raies émises plus ou moins fréquemment par les protubérances. Les premières donnent l'image des vapeurs qui leur correspondent, un peu modifiée par l'addition possible de la lumière à spectre continu; les secondes raies donnent l'image même des particules (1).

Les appareils qui précèdent et qui éliminent dans des proportions différentes les lumières parasites peuvent tous, à mon avis, être utilisables pour la photographie des particules, au moins dans certains cas. L'éclat des particules chromosphériques est, en effet, probablement très variable; dans les protubérances de 1905, il était assez intense; mais il était beaucoup plus grand dans la protubérance de 1892, citée précédemment (voir p. 741), dont le spectre photographié a montré un spectre continu intense qui se détachait sur le spectre continu de notre ciel. Cette protubérance aurait pu, semble-t-il, être photographiée directement avec une chambre ordinaire analogue à celles qui servent au relevé journalier du disque et des taches; il aurait suffi de prendre quelques précautions et de prolonger un peu la pose. Je ne sais si les observateurs nombreux qui depuis cinquante ans photographient la surface solaire ont relevé des protubérances semblables, qui se distinguent aisément des petites pointes dues aux facules par leur courte durée et leur élévation plus grande. Le phénomène peut être plus fréquent qu'on ne le suppose; car l'attention des observateurs n'a pas été dirigée de ce côté.

Dans cet ordre d'idées, je propose d'essayer la photographie directe des belles protubérances éruptives au bord solaire avec les écrans colorés décrits plus haut et le dispositif simple suivant : un grand miroir concave donne une image du Soleil qui est rejetée sur le côté; dans le plan focal on place un petit miroir plan qui offre en son centre un trou rond, ayant le diamètre de l'image solaire, et par lequel on fait passer la lumière du disque qui est ainsi rejetée. Le petit miroir renvoie vers le miroir concave la lumière du bord extérieur qui est reprise par un objectif d'agrandissement et les écrans

(1) Les particules doivent accompagner les vapeurs de la couche renversante, qui s'élèvent au-dessus de leur niveau ordinaire, et qui, en s'élevant, doivent se refroidir et se condenser. La comparaison de toutes ces images permettra de suivre le phénomène.

colorés. L'appareil, léger et maniable, est ainsi disposé pour la photographie exclusive des bords; il peut être employé en montagne à la recherche de la couronne solaire.

Lorsque l'amas des particules est intense, les spectrohéliographes ordinaires (dont l'image finale est grande par rapport au diamètre de l'objectif astronomique) peuvent aussi convenir. On fait en général avec ces appareils une image du disque avec la raie K^2, puis une image des bords seuls avec la même raie, et ensuite une image du disque avec K^1. Je propose de faire aussi une image des bords seuls avec K^1, et une longue pose, lorsqu'une belle protubérance est signalée, afin d'avoir aussi l'image des particules. Il sera bon également d'obtenir l'image des bords seuls avec une seconde raie K^1, symétrique de la première par rapport à K^2, avec d'autres raies noires non chromosphériques et chromosphériques et aussi avec les intervalles brillants entre les raies noires (1). La comparaison de toutes ces images fera ressortir la part due aux gaz permanents, aux autres gaz et aux particules.

Si l'amas est peu brillant, les spectrographes monochromes à grande concentration de lumière, les spectrohéliographes polychromes et aussi la station de montagne deviendront nécessaires.

En résumé, les dispositifs qui précèdent paraissent capables d'assurer l'étude journalière et méthodique des amas de particules dans les protubérances du bord extérieur, mais la recherche est encore à peine abordée, et l'expérience seule décidera sur la valeur de ces méthodes.

En tout cas, la recherche des particules sera poursuivie d'abord dans les protubérances, puis, en cas de succès, étendue à la couronne elle-même.

La couronne, d'ailleurs, comme on l'a indiqué plus haut, se divise en couronne gazeuse et couronne de particules, cette dernière, qui est la couronne des éclipses, étant la plus importante et la plus étendue. La première sera donnée par les raies fines coronales, et en particulier par la raie verte 530 qui, à l'époque du maximum des taches, est forte (2) et doit

(1) Dans la région ultraviolette, de longueur d'onde plus petite que 365, l'hydrogène émet un spectre continu observé dans le laboratoire et aussi dans les protubérances par Evershed. Il sera intéressant d'étudier les images données par les écrans colorés et le spectrohéliographe, avec ces rayons ultraviolets, à l'extérieur et à l'intérieur du bord.

(2) J'ai aperçu une fois à Meudon, un jour de ciel très pur, cette raie verte sur une portion du bord solaire; le même appareil, il est vrai, ne l'a pas donnée dans les quelques essais tentés depuis, le temps ayant d'ailleurs manqué pour réaliser les dispositions indiquées déjà comme les meilleures, par exemple pour projeter l'image réelle du Soleil avec une lentille simple de quartz, pointée directement vers le ciel. Mais l'observation précédente et la théorie indiquent

pouvoir, avec une dispersion convenable du spectrographe, se détacher sur le fond continu des lumières parasites, surtout en montagne. L'image des particules, d'autre part, s'annonce comme plus difficile, malgré l'avantage dû à l'emploi d'une raie noire avec le spectrohéliographe. De toute façon, la reconnaissance de la couronne gazeuse seule serait intéressante, d'autant que les deux couronnes ont plusieurs points communs.

Enfin la recherche des particules est aussi abordable, quoique plus difficile, dans la partie de l'atmosphère solaire qui est projetée sur le disque; et je l'ai recommandée déjà en 1893 dans une note spéciale. Un amas de particules peut augmenter d'une manière notable la raie noire d'une vapeur placée derrière; il peut aussi subir l'absorption d'une vapeur plus haute interposée. Les images des diverses raies noires avec le spectrohéliographe ordinaire des formes seront comparées entre elles et aux images des intervalles brillants entre les raies; elles seront aussi rapprochées des épreuves fournies par les autres enregistreurs solaires qui relèvent les vitesses radiales et les spectres. Avec tous ces éléments, il sera souvent possible de faire la part exacte des vapeurs et des particules (1) et de fixer la répartition des particules dans les couches superposées de l'atmosphère.

La reconnaissance des particules, jusqu'ici négligée, est possible avec les moyens actuels; et comme elle est capitale pour la solution du problème solaire, elle doit retenir l'attention de tous les astronomes.

Les méthodes précédentes sont applicables aux autres astres, tels que les comètes et les nébuleuses, qui sont constitués aussi par des gaz et des particules, et dont le spectre offre un mélange, en proportions variables, de spectre continu et de raies fines brillantes. Les écrans colorés donneront aisément avec ces astres l'image des particules seules, qui, à ma connaissance, n'a pas encore été obtenue.

---

que la reconnaissance de la raie est possible, au moins en montagne, bien qu'elle soit de celles qui, le plus souvent, s'élargissent avec la dispersion croissante.

Récemment, Millochau et Stefanik ont annoncé leur intention de rechercher la raie verte au sommet du Mont Blanc. L'idée est excellente, et le type de spectrohéliographe qu'ils ont combiné à cet effet étant simple et léger convient bien pour cette recherche, sinon pour toutes les applications du spectrohéliographe.

(1) Par exemple, les premières images avec les raies noires, obtenues par moi en 1894, ont été rapportées aux vapeurs de la couche renversante, la proportion de la lumière à spectre continu étant plutôt faible Récemment, Evershed et Hale ont discuté l'intervention des particules dans ces images.

ZOOLOGIE. — *La nidification des Abeilles à l'air libre*, Note de M. **E.-L. Bouvier.**

L'abeille commune n'a pas coutume de nidifier à l'air libre : domestiquée, elle construit ses rayons dans les ruches; redevenue sauvage, elle établit sa demeure dans les troncs creux, dans quelque anfractuosité de roche, parfois dans les cheminées, ce qui la protège contre les intempéries. Quand l'essaim émigrant ne trouve pas de refuge, il se fixe sur une branche et cherche à y édifier ses rayons, comme on l'a observé souvent au Luxembourg, dans le voisinage du rucher; mais alors ses constructions sont toujours réduites, et, sans doute, il périt bientôt, victime du froid, de la faim et des conditions atmosphériques défavorables.

A cette règle on connaît des exceptions, rares il est vrai, mais par là d'autant plus curieuses. Dans la littérature zoologique, une seule est signalée aux dates anciennes, perdue dans un volume de la *British Entomology* (1838) où Curtis (1) figura et décrivit, en quelques lignes, une nidification aérienne établie sur un rameau, à deux pieds du sol, au voisinage de Sopley, en Angleterre. Depuis lors, je ne crois pas qu'on ait étudié ce curieux phénomène, sauf en 1904 où il se présenta, au Jardin des Plantes, sous une forme et avec un développement remarquables. Dans le tronc creux d'un *Sophora japonica* se trouvait installée, depuis fort longtemps, une colonie des plus actives; le 26 mai 1904, cette colonie jeta un essaim qui s'établit à demeure sur un autre *Sophora* tout proche, et y édifia une gigantesque architecture dont l'ensemble des rayons ne mesurait pas moins d'un mètre carré. J'ai raconté l'histoire de cet essaim, et soigneusement décrit sa nidification, dans un opuscule publié récemment (2).

Par une heureuse coïncidence, un autre essaim se fixait, l'année dernière, dans la cour d'une habitation particulière, où il nidifiait, à 7 mètres de hauteur, sur une petite branche de Marronnier d'Inde.

Établi rue de la Pitié, cet essaim provenait, sans doute, du Muséum; non point de la colonie située dans le tronc creux du *Sophora*, car celle-ci était défunte, mais probablement d'une seconde, aujourd'hui encore très florissante, installée dans la petite École de botanique, à l'intérieur d'un *Catalpa*.

(1) *British Entomology*, volume des *Hyménoptères*, pl. 769.

(2) E.-L. BOUVIER, *Sur la nidification d'une colonie d'abeilles à l'air libre*. (*Bull. de la Soc. Philomath. de Paris*, 1905.)

Grâce à l'aimable obligeance de M. Mascaux, propriétaire de l'immeuble, j'ai pu recueillir cette seconde nidification aérienne, qui, avec la première, se place au premier rang parmi les pièces rares et curieuses de la collection d'entomologie appliquée du Muséum.

En étudiant de très près ces deux pièces, en les comparant entre elles et avec la figure de Curtis, j'ai pu établir les faits suivants qui jettent un jour nouveau sur le talent architectural et sur l'industrie des Abeilles.

1° *Nombre et forme des gâteaux.* — Dans les deux nidifications, les gâteaux sont au nombre de six, tous verticalement disposés et, presque partout, à la même distance les uns des autres que dans une ruche ordinaire. Les plus grands sont au centre, les plus petits à la périphérie. Chacun d'eux présente à peu près la forme d'une demi-ellipse fixée au support par son axe transversal, et libre sur ses bords partout ailleurs. Dans la nidification du *Sophora*, l'axe basal de l'ellipse est bien plus allongé que l'axe vertical, tandis qu'on observe le contraire dans la nidification établie sur le Marronnier. Et ici déjà se manifeste, dans sa merveilleuse plasticité, l'industrie des abeilles. Sur le *Sophora*, le nid était fixé à une énorme branche qui lui offrait un soutien solide et considérablement étendu; par contre, sur le Marronnier, la nidification était simplement suspendue à une petite branche, munie de deux bifurcations assez voisines. On verra plus loin que les Abeilles firent de leur mieux pour transformer en support résistant la région constituée par les deux fourches; mais cette base était très peu étendue dans le sens longitudinal, ce qui força nos ouvrières à établir des rayons d'une grande hauteur. Aussi les malheureux Insectes furent-ils victimes de ces conditions défavorables, en dépit des agencements qu'ils prirent pour y remédier : fixés par une base d'attache trop peu étendue, les rayons construits sur le Marronnier résistaient mal aux coups de vent et, à deux reprises, se détachèrent, mettant la colonie dans l'obligation de recommencer à nouveaux frais. Sur le *Sophora*, au contraire, l'édifice était d'une solidité à toute épreuve et, de ce fait, put atteindre les dimensions considérables que j'ai indiquées plus haut.

2° *Mode de fixation du nid.* — Sur la grosse branche du *Sophora*, les rayons sont largement fixés, souvent confluents à leur base, quelquefois réunis par des anastomoses. Ils se rattachent à l'écorce par un épais revêtement dur et solide, qui doit sa remarquable résistance à un excès de matière résineuse, ou, pour mieux dire, de propolis, empruntée par les Abeilles aux jeunes bourgeons du voisinage. Ce revêtement occupe toute la

surface de l'écorce à la base du nid; il servait de support commun à tous les rayons et c'est à lui que l'édifice doit, pour une grande part, sa solidité remarquable.

Les Abeilles du second nid se trouvèrent en présence de difficultés autrement grandes : au lieu d'une large et forte branche, qui constituait un toit continu et inébranlable, elles n'avaient pour base d'attache qu'un rameau axial de 30 mm. et deux bifurcations d'un diamètre beaucoup plus faible. Pour fixer solidement leur édifice à ce toit bien précaire, elles eurent recours aux artifices les plus variés. Sous la branche axiale, elles établirent le 4e rayon. Dans la fourche gauche, les rayons 5 et 6 furent fixés sur la bifurcation correspondante par un support commun, reliés entre eux et au 4e par des piliers transversaux, et consolidés, au surplus, par l'adhérence du 5e rayon au rameau axial, en arrière de la fourche. Dans la fourche droite fut édifié un rayon complémentaire oblique qui, avec le rameau axial et la bifurcation droite, servit d'attache aux rayons 2 et 3, ce dernier, dans sa partie postérieure, occupant presque en totalité l'écartement de la fourche. Enfin, du même côté et en dehors, trois *rayons transversaux* furent greffés sur la bifurcation droite et sur la face externe du rayon 2, constituant des murailles d'attente qui devaient permettre aux Abeilles d'ajouter de nouveaux rayons à leur nid et qui, en fait, servirent d'attache au rayon 1. La matière fixatrice était sensiblement la même que dans la nidification établie sur le *Sophora*, mais quelle différence dans l'architecture fondamentale! Pourtant, à force d'ingéniosité et de travail, nos Abeilles réussirent à transformer en un plafond solide la double fourche du Marronnier, et à construire les cloisons d'attente qui rendaient possibles les agrandissements ultérieurs de l'édifice.

3° *Dispositions protectrices*. — Edifiées en plein air et sans aucun abri, comment ces constructions purent-elles fournir aux Abeilles un gîte habitable, et se prêter aux exigences délicates de l'élevage du couvain? Pour arriver à ce résultat, nos Insectes surent varier leurs moyens et modifier leur industrie de façon surprenante.

Dans l'immense édifice construit sur le *Sophora*, les gâteaux externes avaient manifestement un rôle protecteur : ils ne servaient pas à l'élevage, et leurs alvéoles, de dimensions anormales, avaient des parois épaisses qui leur permettaient de résister aux intempéries; sur l'une des faces, le gâteau externe était obliquement disposé, à la manière d'un auvent, ce qui lui permettait de jouer un rôle protecteur plus efficace. Comprises entre les autres gâteaux, les chambres d'habitation et d'élevage étaient largement ouvertes

dans la partie inférieure du nid, couvertes au-dessus par la branche d'attache, et protégées en avant et en arrière de l'édifice par des poutrelles transversales, par l'anastomose marginale de deux rayons contigus, enfin et surtout par l'épaississement des rayons au voisinage de leur bord.

Ces épaississements furent produits par le simple allongement des alvéoles qui, en certains points, dépassaient 40^{mm} de longueur (1); ils réduisirent à de simples fentes l'intervalle qui séparait, près de leurs bords, les rayons contigus et, par là même, transformèrent en chambres assez bien closes l'espace qui continuait cet intervalle dans l'intérieur de la nidification. Il semble bien qu'un procédé semblable ait été employé dans l'édifice aérien figuré par Curtis.

Dans la seconde nidification, les alvéoles des gâteaux sont tous semblables et du diamètre des cellules ouvrières; tous, dès lors, auraient pu servir à l'élevage; mais ceux directement exposés restèrent vides et simplement protecteurs. Au surplus, pas d'épaississement spécial dans ces cellules protectrices et, sur le toit bien solide, des hiatus et des trous de vol qui doivent quelque peu livrer passage à la pluie; maintes fois détruite et réédifiée en grande hâte, cette nidification n'a pu recevoir les mêmes soins que la première.

Les abeilles ont pourvu au plus pressé, c'est manifeste, et cela se voit bien mieux encore aux deux extrémités de l'édifice. Protégée par les hautes maisons du voisinage, l'extrémité septentrionale ne présente guère d'agencements protecteurs; les rayons viennent s'y terminer sans anastomose et avec leur épaisseur ordinaire, largement séparés les uns des autres comme à l'intérieur du nid. Le côté opposé, par contre, recevait les vents pluvieux du sud sans la moindre atténuation, faute de bâtiments assez élevés pour leur faire obstacle; et c'est là, principalement, que nos Abeilles ont concentré leurs efforts. De ce côté, en effet, on se trouve en présence d'une clôture bien aménagée : tous les rayons contigus se fusionnent par concrescence, sauf les deux du milieu qui sont réunis par un rayon transversal jouant le même rôle obturateur que les anastomoses précédentes Les épaississements marginaux, qui caractérisent la première nidification, sont à peine indiqués dans celle-ci; le mode de protection est tout autre, mais non moins ingénieux; il eût été parfait si les Abeilles avaient pu le mettre en pratique à l'autre extrémité du nid.

(1) Les cellules d'ouvrières, dans les ruches normales, ont un diamètre moyen de 5^{mm} et une hauteur de 12 à 13^{mm}; celles des mâles atteignent un diamètre de $6^{mm}5$ et une hauteur de 15 à 16^{mm}.

4° *Destinée de ces colonies.* — Je n'ai pas vu de cellules de mâles dans ces deux nidifications et, dès lors, on peut croire que leurs colonies n'élevèrent jamais de reines et n'émirent pas d'essaim. Les Abeilles limitèrent leur activité à l'élevage du couvain d'ouvrières qui leur fournissait des travailleuses, à l'édification des gâteaux et à la mise en réserve de provisions pour les mauvais jours. Mais les deux premières occupations firent du tort à la troisième et conduisirent les industrieuses colonies à leur perte. Préoccupées justement de s'établir un gîte, les Abeilles consacrèrent le meilleur de leur récolte à l'élaboration de la cire, et la plus grande part de leur travail à l'utilisation de ce produit. Construire près d'un mètre carré de rayons qu'il fallait épaissir ou relier par des traverses, récolter une abondance de propolis pour donner des attaches solides à l'édifice, activer l'élevage pour multiplier les travailleurs, telle fut la lourde tâche de nos colonies. Mais c'est aux dépens du miel que s'effectue la sécrétion de la cire, et c'est au moyen de pollen et de miel que les Abeilles nourrissent le couvain. Dès lors, édifiant sans mesure et dépensant une grande partie de leur récolte aux soins de l'élevage, les Abeilles se trouvèrent dans les conditions les plus fâcheuses pour accumuler suffisamment de réserves. L'hiver étant venu, elles burent leur miel jusqu'à la dernière goutte, et privées de cette source de calorique, périrent de froid parce qu'elles avaient faim.

En fait, c'est aux premiers jours du printemps, et non en hiver, que s'éteignirent les dernières survivantes. Dans la première nidification, quelques-unes volaient encore autour des rayons durant les chaudes journées printanières; et il en fut certainement de même dans la seconde, car j'ai trouvé des butineuses de propolis engluées par les pattes au vernis superficiel des bourgeons du Marronnier. Avec des réserves un peu plus abondantes, les deux colonies auraient pu atteindre la belle saison et devenir persistantes, comme celles de l'*Apis indica* dans les régions asiatiques tropicales. Je tiens d'un de mes confrères, M. Dongé, qu'une colonie semblable aux précédentes put traverser heureusement la mauvaise saison; mais c'était loin de la capitale, au milieu d'une campagne fleurie où les récoltes pouvaient être abondantes.

Ainsi, notre Abeille domestique n'est pas incapable de nidifier en plein air et, alors, en grande hâte, elle modifie plus ou moins heureusement son architecture, de manière à se bien protéger. L'alvéole sert toujours d'élément fondamental à ses constructions, mais très divers suivant les besoins, et formant les associations les plus variées.

Un artisan, dans son activité intelligente, ne saurait pas mieux se plier aux circonstances; mais ici la nidification résulte du concours de milliers d'individus qui travaillent tous dans le même sens et animés par le même esprit. Cet « esprit de la ruche », pour me servir d'une expression de M. Maeterlinck, n'implique-t-il pas un échange d'idées entre les diverses ouvrières?

GÉOLOGIE. — *Les conglomérats des explosions vulcaniennes du Vésuve, leurs minéraux, leur comparaison avec les conglomérats trachytiques du Mont-Dore*. Note de M. **A. Lacroix**.

Naples, 1er mai. — Dans une lettre précédente, j'ai signalé à l'Académie que certaines particularités des explosions vulcaniennes de l'éruption récente du Vésuve m'ont rappelé, bien que sous une forme extrêmement atténuée, quelques-unes de celles des *nuées ardentes verticales* de la Montagne Pelée; parfois, elles laissaient rouler sur les pentes du cône des avalanches de matériaux solides, qui ont édifié des brèches dont je me suis proposé de faire une étude détaillée.

Pour bien comprendre leur nature, il faut se rappeler que, dans la nuit du 7 au 8 avril, une partie importante du sommet du cône s'est écroulée dans le cratère, en même temps que celui-ci se vidait du magma récent qui le remplissait, grâce à l'épanchement rapide de lave se dirigeant vers Bosco Trecase. Ce qu'ont soulevé et rejeté les projections vulcaniennes postérieures à cet écroulement, ce sont donc essentiellement ces débris du cratère, ajoutés à ceux résultant de son élargissement et aussi à des fragments du magma récent consolidé sous une forme compacte.

La structure de ces brèches est tout à fait identique à celle des conglomérats des nuées ardentes des Antilles, avec cette réserve, toutefois, que les blocs mesurant plus de 1 mètre de côté sont exceptionnels, au moins dans les parties actuellement visibles. Ils sont constitués par des blocs de grosseur variée, anguleux ou arrondis, distribués chaotiquement au milieu de matériaux plus fins que les pluies récentes ont grossièrement cimentés. Ils sont par places encore chauds, mais sur les surfaces, aujourd'hui ravinées par des petits courants boueux, je n'ai vu nulle part de fumerolles secondaires.

Au point de vue de leur constitution minéralogique, ces brèches sont, comme celles de Saint-Vincent, polygènes, puisqu'elles comprennent des matériaux récents et anciens. Ces derniers paraissent prédominer de beau-

coup; ils sont extrêmement variés au point de vue pétrographique; à côté de types, dans lesquels on reconnaît les leucotéphrites de coulées superficielles du Vésuve, il existe en grande abondance des roches bien plus cristallines, comparables à celles des filons de la Somma; elles proviennent évidemment de filons, cheminées d'éruptions antérieures, consolidés dans le cône à une profondeur plus ou moins grande. Il faut signaler, enfin, bien que peu fréquents, des fragments de calcaire métamorphique. La forme, les altérations superficielles de certains de ces divers matériaux font penser qu'ils n'ont pas été tous arrachés des roches *in situ*, mais parfois à des turfs ou conglomérats d'éruptions antérieures.

Une caractéristique commune à tous les blocs dont il s'agit est d'être imprégnés de sels alcalins (chlorures et sulfates des fumerolles sèches), sans que pour cela ils aient subi d'altérations; ce sont là des fragments provenant d'une profondeur où la température était suffisante pour rendre impossible la condensation de la vapeur d'eau nécessaire à la production des phénomènes d'attaque intense, qui sont manifestes dans d'autres roches jaunes ou rouges, elles aussi imprégnées de sels (alcalins ou métalliques), et renfermant de beaux cristaux d'hématite. Ces derniers échantillons proviennent des parois mêmes du cratère démantelé et sans doute du voisinage de la surface.

Parmi tous ces blocs, je signalerai comme ayant un intérêt exceptionnel ceux, et ils sont nombreux, qui renferment des minéraux silicatés drusiques, formés à haute température, mais postérieurement à la consolidation du magma. Ces roches, qui attestent de l'intensité des réactions métamorphiques que les émanations du magma ont déterminées à son voisinage dans le cône d'éruption, ne le cèdent en rien par leur richesse en minéraux cristallisés à celles des éruptions de 1822 et de 1872, que les travaux d'A. Scacchi ont rendu célèbres : on y trouve des espèces minérales nombreuses (hornblende, divers types de pyroxène, biotite, microsommite, leucite, sanidine, apatite, sphérohématite, magnétite, probablement breislakite, marialite, etc.), présentant entre elles des associations variées, caractéristiques d'un type de roche déterminé, aux dépens duquel elles se sont formées.

Ces conglomérats et surtout ceux à blocs métamorphiques sont particulièrement intéressants pour les pétrographes et géologues français, à cause de la comparaison qui s'impose entre eux et les conglomérats andésitiques et trachytiques d'Auvergne. On sait, en particulier, que la partie centrale du massif du Mont-Dore renferme de grandes épaisseurs de conglomérats, formés par des blocs, des fragments de toute taille et des cendres trachytiques;

là où ces conglomérats n'ont pas été remaniés, ils possèdent une structure chaotique. En certains points, notamment au Riveau Grand, on y trouve non seulement les roches volcaniques connues en place dans la région, mais des types spéciaux ne se rencontrant nulle part *in situ;* leurs cavités sont tapissées de nombreux minéraux cristallisés; beaucoup de ceux-ci sont communs avec le Vésuve (hornblende, pyroxènes, biotite, magnétite, hématite), alors que d'autres leur sont particuliers et que quelques-uns de ceux du Vésuve ne s'y présentent pas; mais dans les deux régions volcaniques, la nature des associations minéralogiques est caractéristique d'une roche donnée, ce qui prouve à l'évidence que c'est celle-ci qui a produit, au moins en grande partie, les éléments nécessaires à la production de ces minéraux néogènes.

De cette comparaison on peut donc conclure que les brèches du Mont-Dore ont été produites par de violentes explosions, ayant démantelé le cône central, et ayant pris soit une forme vulcanienne semblable à celle qui vient d'être étudiée au Vésuve, soit la forme peléenne. Le transport par avalanche paraît bien plus vraisemblable que celui par projection dans l'espace à grande distance.

Il est important de remarquer l'analogie de l'intensité des phénomènes métamorphiques, déterminés dans la cheminée volcanique ou à son voisinage par les émanations des magmas leucitique et trachytique; c'est une confirmation de l'opinion que j'ai émise depuis longtemps à la suite de l'étude de leurs enclaves, à savoir que les magmas leucitiques, même les plus basiques, doivent, à ce point de vue, être plutôt rapprochés des magmas acides que des magmas basaltiques.

D'autre part, enfin, l'importance des phénomènes explosifs vulcaniens, succédant à d'intenses phénomènes stromboliens, dans la venue au jour d'un magma aussi basique que celui du Vésuve, met bien en évidence un fait sur lequel la discussion des phénomènes volcaniques des Antilles m'a déjà permis d'insister, à savoir que ce qui règle la forme du dynamisme d'une éruption, c'est bien plutôt l'état physique (fluidité ou solidification plus ou moins avancée) au moment du paroxysme que la constitution chimique du magma.

M. **Albert Gaudry** s'exprime dans les termes suivants :

Nous venons d'avoir à Monaco un Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistorique. Ce congrès a été magnifique, grâce surtout à

S. A. S. le Prince de Monaco. Nous avons vu deux nouveaux musées : celui d'océanographie, qui va bientôt être achevé et sera un établissement unique au monde, et celui d'anthropologie, qui est tout à fait remarquable par l'habileté et le soin consciencieux avec lesquels les échantillons ont été recueillis. Les collections des Baoussé Roussé réunies dans ce musée éclairent l'histoire de l'humanité durant la phase chaude qui a précédé la grande époque glaciaire. Tous les savants qui ont pris part au dernier Congrès d'anthropologie conserveront un souvenir reconnaissant pour le Prince de Monaco.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse du penta-méthyl-éthanol* $(H^3C)^3 - C - \underset{\text{OH}}{\overset{|}{C}} - (CH^3)^2$. Note de M. **Louis Henry**.

La réaction de l'éther isobutyrique $(H^3C)^2 - CH - CO(OC^2H^5)$ sur le méthyl-bromure de magnésium $CH_3 - Mg - Br$ fournit, dans les conditions les plus avantageuses, le diméthyl-isopropyl-carbinol $(H^3C)^2 - C(OH) - CH - (CH^3)^2$. J'avais pensé obtenir de la même manière, à l'aide du chloro-isobutyrate d'éthyle $(CH^3)^2 - CCl - CO(OC^2H^5)$, la chlorhydrine de cet alcool $(H^3C)^2 - CCl - C(OH) - (CH^3)^2$, la mono-chlorhydrine tétra-méthyléthylénique, c'est-à-dire la mono-chlorhydrine de la pinacone $(H^3C)^2 - C(OH) - C(OH) - (CH^3)^2$.

La réaction de cet éther chloré sur la solution éthérée du méthyl-bromure de magnésium se passe en effet fort bien. A la suite du traitement ordinaire et après l'évaporation de l'éther, on obtient un liquide qui, abandonné à l'air, à la température ordinaire, se prend en une masse cristalline, d'odeur camphrée, que l'on peut prendre, au premir abord, pour la mono-chlorhydrine tétra-méthyl-éthylénique $(H^3C)^2 - C(OH) - CCl - (CH^3)^2$ d'Eltekoff. Mais ce produit ne renferme pas de chlore et fond un peu au delà de 80°; c'est l'hydrate du penta-méthyl-éthanol $(H^3C)^3 - C - C(OH) - (CH^3)^2$, qu'a fait connaître, en 1875, Butlerow, et qu'il a obtenu laborieusement par la réaction du zinc-méthyle $(H^3C)^2Zn$ sur le chlorure de triméthyl-acétyle $(H^3C)^3 - COCl$.

Depuis lors, ce corps a encore été obtenu, dans des conditions assez difficiles, par la réaction du zinc méthyle, soit sur le chlorure d'acétyle tri-chloré, soit sur le bromure d'isobutyryle mono-bromé.

La réaction que je viens de faire connaître permet d'obtenir, dans les

meilleures conditions, le penta-méthyl-éthanol $(H^3C)^3 - C - C(OH) - (CH^3)^2$ qui donnera sans doute par oxydation l'acide tri-méthyl-acétique $(H^3C)^2 - CO(OH)$. L'alcool éthylique penta-méthylé $(H^3C)^3 - C - C(OH) - (CH^3)^2$ s'éthérifie très facilement au contact de l'acide HClAq fumant. On en obtient ainsi le dérivé chlorhydrique $(H^3C)^3 - C - CCl(CH^3)^2$, qui forme une masse cristalline, à odeur camphrée, fondant un peu au delà de 130°.

J'ajouterai, pour terminer, que l'éther chloro-isobutyrique $(H^3C)^2 - CCl - CO(OC^2H^5)$ s'obtient facilement par la réaction sur l'alcool du chlorure de chloro-isobutyryle $(H^3C)^2 - CCl - COCl$, lequel se fait lui-même très commodément par l'action du chlore sur le chlorure d'isobutyryle $(H^3C)^2CH - COCl$.

Le bromo-isobutyrate d'éthyle est un produit commercial. Il n'y a pas de doute à concevoir qu'avec le méthyl-bromure de magnésium, il ne fournisse le penta-méthyl-éthanol plus facilement encore que l'éther chloré correspondant. J'avais employé ce dernier, croyant conserver le composant $(CH^3)^2 - CCl$ à l'abri de l'action du composé magnésien (1).

Je tiens enfin à constater encore toute la part qu'a prise à la réalisation expérimentale de cette recherche mon assistant, M. Aug. De Wael.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur le blanchiment hivernal des poils et des plumes* Note de M. **El. Metchnikoff**.

Les vieillards avec des cheveux noirs ne sont pas rares, non plus que les jeunes gens avec des cheveux gris; il reste néanmoins vrai que le blanchiment des cheveux est une des manifestations des plus caractéristiques de la vieillesse.

Une étude sur cet âge avancé de la vie ne peut donc omettre le problème du blanchiment des cheveux et des poils. Aussi, au début de mes recherches sur le mécanisme de la vieillesse, me suis-je mis à étudier ce phénomène. Dans un travail publié il y aura bientôt cinq ans, je faisais connaître que la perte du pigment des cheveux et des poils est due à l'action de certaines cellules que j'ai désignées sous le nom de *chromophages*. Munis d'appendices protoplasmiques, ces éléments saisissent les grains de pigment et les transportent dans la peau, ou les rejettent en dehors du cheveu. Ces faits se sont

(1) Il est probable qu'en introduisant la solution éthérée du méthyl-bromure de magnésium *dans* la solution éthérée de l'isobutyrate éthylique mono-chloré $(H^3C)^2 - CCl - CO(OC^2H^5)$, le composant $(H^3C)^2 - CCl$ sera respecté et qu'il résultera de là la chlorhydrine tétra-méthyl-éthylénique $(H^3C)^2 - CCl - C(OH) - (CH^3)^2$, que je me proposais d'obtenir par la réaction que je viens de signaler.

trouvés en parfait désaccord avec la théorie régnante du blanchiment des cheveux, d'après laquelle ce phénomène serait dû à une pénétration de l'air. A quel point cette théorie a poussé des racines profondes, on peut en juger par ce fait que dans les publications toutes récentes de *Tomasczewski et Erdmann* (1), et de M. *Trouessart* (2), elle est citée comme exacte en totalité ou en partie. Or, il suffit de se rendre compte du fait que le blanchiment atteint la totalité du cheveu, tandis que les gaz ne remplissent que la couche médullaire, souvent très mince et quelquefois absente, pour reconnaître l'inexactitude de la théorie du blanchiment par la pénétration de l'air.

Récemment on a exprimé l'avis qu'en outre de l'élimination du pigment des cheveux par les chromophages, il se produit encore une dissolution partielle par des substances chimiques. Mais le pigment des cheveux et des poils est une substance très stable et il n'est détruit que par des réactifs très violents. Ainsi *Spiegler* (3) a réussi à le transformer en un corps incolore par l'action de l'acide sulfurique et du chromate de potassium.

Des observations, répétées à maintes reprises, m'ont convaincu que le pigment des cheveux et des poils au moment de la vieillesse est englobé et transporté par les chromophages. Existe-t-il quelque autre mode de destruction du pigment? Là-dessus on ne peut dire rien de précis pour le moment. Seulement on a bien le droit d'affirmer que la pénétration de l'air n'y est pour rien.

Il serait sans doute très intéressant d'appliquer la méthode expérimentale à l'étude du blanchiment des cheveux, afin de connaître les règles qui dirigent l'activité des chromophages. Dans l'impossibilité de faire ces recherches sur l'homme, on pourrait les entreprendre sur de vieux mammifères, dont les poils blanchissent par l'intervention des chromophages. En pratique cela n'est pas commode à réaliser, car on ne trouve pas facilement de vieux animaux en quantité suffisante. C'est pour cette raison que je me suis adressé, ces dernières années, aux poils et aux plumes des mammifères et des oiseaux qui blanchissent pendant la saison froide. Dans cette intention je me suis procuré, grâce à l'aimable concours de M. *Amrhein*, artiste peintre à Engelberg, et surtout à Madame *Chéviakoff*, des poils de lièvre variable (Lepus variabilis) et des plumes de lagopèdes (Lagopus albus, Lagopus alpinus). Il a été facile de constater que, dans le blanchiment hivernal de

(1) *Münchener medic. Wochenschr.* 1906, p. 359.
(2) *Comptes rendus de la Soc. de Biologie*, 1906, 10 février.
(3) *Beiträge zur chemischen Physiologie u. Pathologie*, 1903, p. 54.

ces animaux, les chromophages jouent le même rôle que dans la vieillesse. On trouve ces grosses cellules dans la couche périphérique des poils du lièvre variable en train de blanchir, cellules munies d'un gros noyau et de prolongements multiples, remplis de grains pigmentés ainsi que le protoplasma. L'aspect de ces chromophages et jusqu'aux plus petits détails, tout rappelle les cellules de l'homme. Pendant que, dans la couche périphérique des poils, les chromophages s'emparent du pigment, la couche médullaire reste remplie de corps réfringents et ne contient ni air ni autres gaz quelconques.

J'ai retrouvé des gros chromophages, bourrés de pigment noir, dans les plumes de lagopèdes en train de blanchir, tués en novembre. Mais la quantité de ces transporteurs de pigment était beaucoup moins grande que dans les poils du lièvre variable. Malgré cela on a le droit d'affirmer que ces cellules jouent un rôle important dans le blanchiment des oiseaux. Grâce à l'obligeance de M. Lacote, directeur de l'école d'agriculture de Genoillac, j'ai été mis en possession, en octobre 1904, d'une poule en train de blanchir Noire foncée au début, cette poule a commencé à l'âge de quatre ans à devenir blanche. Au moment où je l'ai reçue, elle n'avait de noir que les ailes et encore beaucoup de leurs plumes étaient moitié noires, moitié blanches. Ces plumes, ainsi que d'autres encore toutes noires, étaient expulsées au bout de quelque temps, tandis que les plumes nouvelles qui poussaient en grand nombre étaient blanches comme la neige. Après plusieurs mois de séjour chez moi, cette poule a complètement perdu tout son pigment noir. L'examen microscopique a révélé la présence de très gros chromophages, munis d'une quantité de grains pigmentés.

Dans la littérature sur le blanchiment des plumes je n'ai trouvé aucune indication précise sur ces cellules, mais un travail du regretté *Victor Fatio* (1) permet de supposer que les chromophages jouent un rôle important dans ce phénomène. Il a vu que le jeune *Larus Ridibundus*, qui possède en été un premier plumage presque entièrement brun devient à son premier printemps presque entièrement blanc, « sans avoir subi, pour beaucoup de ses plumes, une vraie mue par renouvellement ». Pendant ce blanchiment, « une poussière brune recouvre à l'extérieur chaque partie de la plume, et d'autant plus qu'elle est davantage en voie de décoloration. Les parties blanches n'ont déjà presque plus de poussières et les brunes n'en ont presque point encore ».

(1) *Mémoires de la Soc. de physique et d'hist. natur. de Genève*, vol. IX, 1866, p. 299.

L'ensemble des données que j'ai pu observer sur le blanchiment des cheveux, des poils et des plumes autorise la supposition que cette poussière brune n'est autre chose que des chromophages bourrés de pigment et sortis de leur habitat naturel. Je n'ai pas pu, jusqu'à présent, me procurer le matériel nécessaire pour contrôler cette opinion, mais je recommande bien aux savants, qui seront sous ce rapport plus heureux que moi, d'entreprendre une étude microscopique.

On doit donc reconnaître que le blanchiment au moyen des chromophages constitue un phénomène d'ordre général. Bien que je n'aie pu, ni sur les préparations ni sur les échantillons de poils de l'hermine et de l'écureuil des montagnes que M. Trouessart a mis aimablement à ma disposition, constater la présence de vrais chromophages (grosses cellules, munies d'appendices allongés et souvent ramifiés), je ne doute pas que l'étude prolongée de ces animaux ne montre que chez eux le blanchiment se produit par un mécanisme semblable à celui observé sur l'homme, le chien et le lièvre.

Contrairement à ce que l'on pourrait supposer, les cheveux, les poils et les plumes contiennent des éléments vivants, sensibles aux influences venant du dehors, capables de se mouvoir et de saisir les grains de pigment, c'est-à-dire de manifester les fonctions les plus élevées d'une cellule. Leur existence explique ce fait incontestable que, sous l'influence de fortes émotions, un homme peut blanchir dans l'espace d'une nuit. Sous l'influence de quelque excitant violent, les chromophages peuvent devenir particulièrement actifs. On connaît même des exemples de blanchiment subit chez des animaux. Ainsi Weinland cite « un étourneau devenu instantanément blanc, après avoir échappé aux griffes d'un chat » (1).

Puisque le blanchiment résulte de l'activité vitale des cellules amiboïdes, il doit être rapproché du changement de coloration des vertébrés inférieurs. De même que parmi ceux-ci il y a des animaux, tels que la rainette (Hyla viridis) et d'autres grenouilles, qui pâlissent pendant des heures et des jours, et à côté d'eux des caméléons qui changent de couleur dans l'espace de peu de minutes, de même chez les vertébrés supérieurs il y a des exemples de blanchiment lent et de blanchiment rapide. Dans tous ces cas la loi générale est la même : elle met en jeu la sensibilité et la mobilité des cellules amiboïdes renfermant du pigment. Chez les amphibies et les reptiles le rôle des cellules amiboïdes dans le changement de la coloration a été établi depuis

(1) *Journal für Ornithologie*, 1856, vol. IV, p. 272.

longtemps; pour les oiseaux et les mammifères il ne tardera pas à être généralement accepté.

L'étude du blanchiment hivernal des mammifères et des oiseaux par la méthode expérimentale permettra sans doute d'établir les influences qui dirigent ce phénomène et facilitera par cela l'étude du blanchiment des cheveux des vieillards et du problème de la vieillesse.

M. **Simon Newcomb,** associé étranger de l'Académie, adresse une lettre pour rendre compte de la célébration du bicentenaire de la naissance de Franklin, où, en sa qualité d'associé étranger, il a représenté l'Académie des sciences.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du commerce, de l'industrie et du travail** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux ou trois candidats pour la chaire de Géométrie descriptive, devenue vacante, au Conservatoire National des Arts et Métiers, par suite de la démission de M. Rouché.

(Renvoi à la section de géométrie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° 19 feuilles des cartes de la France, de l'Algérie et de la Tunisie, envoyées par M. le ministre de la guerre;

2° *Le chimiste Dizé*, par MM. **A. Pillas** et **A. Balland**;

3° *Le transformisme appliqué à l'agriculture*, par M. **J. Costantin** (présenté par M. Bonnier).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la généralisation des séries trigonométriques.* Note de M. **A. Buhl**, présentée par M. P. Appell.

Je me propose de signaler un nouveau procédé pour former des séries trigonométriques plus générales que celles habituellement envisagées. Ces séries généralisées dépendent d'un paramètre arbitraire ayant une signification analytique et même géométrique remarquablement simple. On peut déduire de là toute une famille de séries de fonctions continues susceptibles de représenter une fonction arbitraire conformément à un théorème connu,

d'après lequel de tels développements sont possibles d'une infinité de manières. Partons des équations

$$\frac{dv}{dx} = -ku, \qquad \frac{du}{dx} = kv,$$

d'où

$$v = \mathrm{A}\cos(kx - \theta), \qquad u = \mathrm{A}\sin(kx - \theta).$$

Si k prend une infinité de valeurs, k_ν (ν entier variant de $-\infty$ à $+\infty$), on a

(1) $$k_\nu \int_\alpha^\beta v_\mu v_\nu \, dx - k_\mu \int_\alpha^\beta u_\nu u_\mu \, dx = (u_\nu v_\mu)_\alpha^\beta.$$

Permutant μ et ν, en supposant le second membre nul, on conclut que les deux intégrales du premier membre sont nulles, si $\mu \neq \nu$, et non nulles, mais égales, si $\mu = \nu$.

C'est là le fondement des développements trigonométriques classiques.

Je me suis proposé d'abord de chercher à réaliser d'une manière aussi générale que possible la condition

(2) $$(u_\nu v_\mu)_\alpha^\beta = 0 \qquad \text{ou} \qquad \frac{u_\nu(\alpha)}{u_\nu(\beta)} = \frac{v_\mu(\beta)}{v_\mu(\alpha)}.$$

Prise sous cette dernière forme, on voit que les deux rapports qui la constituent ne peuvent être égaux, quels que soient μ et ν, que s'ils sont indépendants de ces indices. Je leur attribue une valeur commune constante $\operatorname{tang}\varphi$.

Dans ces conditions, le système

(3) $$\frac{\sin(k\alpha - \theta)}{\sin(k\beta - \theta)} = \operatorname{tang}\varphi, \qquad \frac{\cos(k\beta - \theta)}{\cos(k\alpha - \theta)} = \operatorname{tang}\varphi$$

ou

$$\sin 2(k\alpha - \theta) = \sin 2(k\beta - \theta), \qquad \cos k(\beta - \alpha) = \sin 2\varphi,$$

d'où l'on tire

(4) $$k = \frac{2\nu\pi \pm \left(\frac{\pi}{2} - 2\varphi\right)}{\beta - \alpha}, \qquad \theta = \left[\nu\pi \pm \left(\frac{\pi}{4} - \varphi\right)\right]\frac{\beta + \alpha}{\beta - \alpha} - \frac{2\lambda + 1}{4}\pi,$$

donne en effet, en supposant λ choisi une fois pour toutes, une infinité de valeurs k_ν et θ_ν.

Raisonnant alors comme à l'habitude, on obtient les deux développements (1)

$$f(x) = \frac{2}{\beta - \alpha} \sum_{\nu=-\infty}^{\nu=+\infty} \frac{\cos}{\sin}\left(k_\nu x - \theta_\nu\right) \int_\alpha^\beta f(\xi) \frac{\cos}{\sin}\left(k_\nu \xi - \theta_\nu\right) d\xi.$$

On voit qu'ils contiennent, dans k_ν et θ_ν, *le paramètre arbitraire* φ. Par addition on a

$$f(x) = \frac{1}{\beta - \alpha} \sum_{\nu=-\infty}^{\nu=+\infty} \int_\alpha^\beta f(\xi) \cos k_\nu (x - \xi) d\xi,$$

ce qui est plus général encore que le développement de Fourier qui correspond à $4\varphi = \pi$. Un autre cas, plutôt singulier que particulier, des considérations précédentes est celui où l'un des rapports (3) prend la forme $0 : 0$; l'autre alors n'est pas forcément invariable. On retrouve ainsi quatre séries connues que M. A. Kneser a formées de son côté par un procédé nouveau (*Mathematische Annalen*, 1904, t. LVIII, p. 192). Si l'on essaye de vérifier directement que les expressions (4) satisfont bien aux équations (3) on voit que les rapports constituant les premiers membres ont leurs deux termes séparément constants. Les termes d'un des développements obtenus sont donc représentables par des courbes sinusoïdales coupant les droites $x = \alpha$, $x = \beta$ en des points fixes dont le rapport des ordonnées est $\tang\varphi$ pour le développement en sinus, $\cotg\varphi$ pour celui en cosinus (2). *Telle est l'interprétation géométrique de* φ.

Cette constante φ, si l'on multiplie un des développements par une fonction arbitraire de φ et si l'on intègre, permet d'obtenir une infinité de développements nouveaux pour $f(x)$. Les intégrations par rapport à φ sont exactement de même nature que celles qui se présentent lors de la formation d'une série trigonométrique ordinaire, puisque φ figure *linéairement* dans k et θ.

---

(1) La question de la convergence de ces développements est sans difficultés sérieuses. On peut généraliser le procédé ordinaire. On peut aussi, par des intégrations par parties des coefficients, scinder les développements en d'autres, dont le moins convergent est comparable à une série harmonique qui converge grâce aux changements de signes que subissent continuellement ses termes. (Voy. A. KNESER, *loc. cit.*, p. 90, et E. PICARD, *Traité d'analyse*, t. I[er], 2[e] édit., p. 253.)

(2) Si λ est pair. L'inverse a lieu si λ est impair. Des discussions sont d'ailleurs nécessaires quant aux doubles signes des formules (4), mais elles n'ont rien d'essentiel à signaler ici.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines séries asymptotiques.* Note de M. **L. Schlesinger**, présentée par M. H. Poincaré.

Considérons un système différentiel linéaire :

(A) $$\frac{dy_k}{dx} = \sum_{\lambda=1}^{n} y_\lambda a_{\lambda k} \qquad (k = 1, 2, \ldots, n),$$

dont les coefficients a_{ik}, supposés fonctions rationnelles de la variable x, dépendent d'un paramètre μ, de manière que l'on ait

(1) $$a_{ik} = \mu^\tau \left(a_{ik}^{(0)} + \frac{1}{\mu} a_{ik}^{(1)} + \ldots \right),$$

où τ représente un nombre entier positif; les $a_{ik}^{(\nu)}$ sont aussi des fonctions rationnelles de x, et les séries du second membre convergent pour mod $\mu > R$, R étant indépendant de x. D'après un théorème connu (1), le point $\mu = \infty$ sera un point essentiel pour les éléments d'une matrice intégrale (f_{ik}), se réduisant aux valeurs initiales.

(2) $$f_{ik}(x_0) = \mu^\lambda \left(\gamma_{ik}^{(0)} + \frac{1}{\mu} \gamma_{ik}^{(1)} + \ldots \right),$$

au point régulier x_0, et envisagés comme fonctions du paramètre μ.

Nous allons étudier ces fonctions au voisinage de $\mu = \infty$. Supposons, pour simplifier, $\tau = 1$, $\lambda = 0$, et formons les séries

(3) $$y_k = e^{\mu\omega} \left(y_k^{(0)} + \frac{1}{\mu} y_k^{(1)} + \ldots \right).$$

En les substituant dans le système (A), on obtient pour la détermination de ω et des $y_k^{(\nu)}$ les formules suivantes :

(4) $$\frac{dy_k^{(\nu)}}{dx} + \frac{d\omega}{dx} y_k^{(\nu+1)} = \sum_{\lambda=1}^{n} \left(y_\lambda^{(0)} a_{\lambda k}^{(\nu+1)} + \ldots + y_\lambda^{(\nu+1)} a_{\lambda k}^{(0)} \right), \quad (\nu = 0, 1, 2, \ldots),$$

d'où l'on tire pour $\nu = 0$

(5) $$\left| a_{ik}^{(0)} - \delta_{ik} \frac{d\omega}{dx} \right| = 0, \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, n).$$

Soient $\bar\omega_1, \ldots, \bar\omega_n$ les racines, supposées différentes entre elles, de cette équation algébrique de degré n en $\bar\omega = \frac{d\omega}{dx}$, et posons $\omega_i = \int_{x_0}^{x} \bar\omega_i dx$. Si dans les

(1) Voir p. e. HORN, *Mathem. Annalen*, t. LII, p. 343.

équations (4) on substitue pour $\frac{d\omega}{dx}$ l'une quelconque des racines $\tilde{\omega}_i$, ces équations vont déterminer les $y_k^{(\nu)}$ correspondants, que nous désignons par $y_{ik}^{(\nu)}$, à l'aide de *quadratures*. Nous aurons donc n systèmes de séries de la forme (3) :

$$e^{\mu\omega_i}\left(y_{ik}^{(0)} + \frac{1}{\mu}\, y_{ik}^{(1)} + \dots\right), \tag{6}$$

satisfaisant formellement au système (A), mais *divergentes* en général. Posons

$$y_k = \sum_{\lambda=1}^{n} z_\lambda\, y_{\lambda_k}^{(0)}, \tag{7}$$

les z_k vont satisfaire à un système différentiel de la forme

$$\frac{dz_k}{dx} = \mu\tilde{\omega}_k z_k + \sum_{\lambda=1}^{n} z_\lambda\, Q_{\lambda_k}, \qquad \lim_{\mu=\infty} \frac{1}{\mu} Q_{\lambda_k} = 0. \tag{B}$$

Soit $x = a$ l'affixe d'un point régulier, c'est-à-dire d'un point qui n'appartient pas aux points singuliers du système (B), et considérons sur un rayon, issu du point a, un point b, tel que tous les points de l'intervalle $(a\dots b)$ soient aussi réguliers. Supposons que le paramètre μ s'éloigne à l'infini, avec un argument constant, c'est-à-dire le long d'un rayon, et introduisons dans le système (B) la variable réelle et positive ξ, définie par l'équation

$$\mu(x-a) = \xi e^{\theta\sqrt{-1}}, \qquad \theta = \arg(x-a) + \arg\mu,$$

comme nouvelle variable indépendante. Soit $\tilde{\omega}_1$ celle des déterminations de la fonction algébrique $\tilde{\omega}$, pour laquelle la partie réelle de $\tilde{\omega}_1 e^{\theta\sqrt{-1}}$ soit la plus grande, quand x reste sur son rayon entre a et b. Pour le système (B) transformé on conclut, en raisonnant d'une manière analogue à celle dont se sert M. Poincaré (*American Journ.*, t. VII, p. 204-209, cf. Horn, *Acta Mathem.*, t. XXIV, p. 290), qu'il existe un système intégral $z_1, \dots, z_n$ dont les quotients $\frac{z_k}{z_1}$ tendent vers zéro, si μ va à l'infini le long de son rayon. Ce lemme suffit pour pouvoir démontrer (cf. Horn, *loc. cit.*) l'existence d'une matrice intégrale du système (A), ayant la forme

$$y_{ik} = e^{\mu\omega_i}\left(y_{ik}^{(0)} + \dots + \frac{1}{\mu^p} y_{ik}^{(p)} + \frac{Y_{ik}}{\mu^p}\right) \qquad (i, k = 1, 2, \dots, n),$$

où p désigne un nombre entier positif quelconque, et où les fonctions Y_{ik} de x

et de μ s'évanouissent quand μ va à l'infini, le long de son rayon, pour chaque valeur de x entre a et b. Il s'ensuit qu'un système intégral $y_1, \ldots, y_n$, dont les valeurs initiales pour $x = x_0$ sont représentées par des séries convergentes ou asymptotiques de la forme

$$e^{\mu\gamma}\left(\gamma_k^{(0)} + \frac{1}{\mu}\gamma_k^{(1)} + \ldots\right)$$

peut être représenté asymptotiquement en général par des séries de la forme

$$e^{\mu(\omega_1+\gamma)}\left(y_{1k}^{(0)} + \frac{1}{\mu}y_{1k}^{(1)} + \ldots\right),$$

pour les valeurs de x situées entre a et b, ω_1 étant celle des intégrales abéliennes ω_i pour laquelle la partie réelle de $\mu\omega_1$ est la plus grande (1).

Ajoutons quelques remarques relatives à un cas spécial important. Soit (A) un système *canonique :*

$$(A^{bis}) \qquad \frac{dy_k}{dx} = \sum_{\lambda=1}^{n} y_\lambda \sum_{v=1}^{\sigma} \frac{A_{\lambda k}^{(v)}}{x - a_v},$$

et supposons que les points singuliers $a_1, \ldots, a_\sigma$, aussi bien que les racines des équations déterminantes, relatives à ces points et au point $x = \infty$, soient indépendantes du paramètre μ. Les $A_{ik}^{(v)}$ seront donc développés, comme fonctions de μ, en des séries convergentes de la forme :

$$A_{ik}^{(v)} = \mu\left(\alpha_{ik}^{(v)} + \frac{1}{\mu}B_{ik}^{(v)} + \ldots\right).$$

On démontre aisément que, dans ce cas, les ω_i sont des intégrales abéliennes de *première espèce*, et que les points de ramification de la fonction algébrique $\bar{\omega}$ coïncident avec les points singuliers du système (A^{bis}). Il s'ensuit que, lorsque μ passe à l'infini avec un argument quelconque, les éléments d'une matrice intégrale aux valeurs initiales (2) (avec $\lambda = 0$) deviennent en général infinis pour tous les points x, intérieurs à l'étoile de M. Mittag-Leffler, relatif au point x_0, et que les coefficients des substitutions fondamentales deviennent aussi infinis, sauf un cas de réductibilité extrême. La dernière remarque est importante au point de vue des cas limites qui se présentent, si l'on applique la méthode de continuité à la démonstration de l'existence des fonctions satisfaisant au Problème de Riemann (voir *Journal de Crelle*, t. CXXX, p. 43).

(1) Dans son mémoire cité des *Mathem. Annalen*, M. Horn a démontré, en appliquant la méthode des approximations successives, un théorème relatif à une équation linéaire du second ordre, rentrant comme cas très spécial dans le théorème que je viens d'énoncer.

DYNAMIQUE DES GAZ. — *Sur l'accélération des ondes de choc sphériques.* Note de M. **Jouguet**, présentée par M. Jordan.

I. Soit, dans un gaz parfait dont γ sera le rapport des chaleurs spécifiques, un mouvement se faisant par couches sphériques de centre O. Soient t le temps, a le rayon initial d'une couche sphérique, r la densité dans l'état initial supposé homogène, x, p, ρ, u le rayon, la pression, la densité et la vitesse d'une couche à un instant quelconque. (La vitesse est comptée positivement dans le sens des rayons croissants.) x, p, ρ, u sont des fonctions de a et de t. Les équations du mouvement sont :

$$(1)\qquad \rho = r\,\frac{a^2}{x^2}\,\frac{1}{\frac{\partial x}{\partial a}} \qquad\qquad \frac{\partial p}{\partial a} = -r\,\frac{a^2}{x^2}\,\frac{\partial^2 x}{\partial t^2}.$$

Nous considérerons une onde de choc sphérique se propageant dans un état de repos homogène et avançant, pour fixer les idées, dans le sens des rayons croissants. Cette onde sépare la masse gazeuse en deux régions, la région 1 en repos, la région 2 en mouvement. Dans la première,

$$x_1 = a \qquad \frac{\partial x_1}{\partial t} = u_1 = 0 \qquad p_1 = \text{const.} \qquad \rho_1 = r = \text{const.}$$

Dans la seconde, le mouvement est représenté par les fonctions x_2, p_2, ρ_2, u_2. Sur le front de l'onde, on a

$$x_2 = x_1 = a.$$

Soit D la vitesse de l'onde par rapport à l'état initial. On a :

$$(2)\qquad \begin{cases} r\mathrm{D} = \dfrac{p_2 - p_1}{u_2 - u_1} \\[2mm] (p_2 - p_1)\,\dfrac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1\rho_2} = (u_2 - u_1)^2 \\[2mm] p_2 = p_1\,\dfrac{(\gamma+1)\,\rho_2 - (\gamma-1)\,\rho_1}{(\gamma+1)\,\rho_1 - (\gamma-1)\,\rho_2} \text{ (loi d'Hugoniot)} \end{cases}$$

Ces formules sont les mêmes que celles qui conviennent aux ondes planes et dont nous nous sommes servi dans une note antérieure (1) où elles portent aussi le numéro (2). En raisonnant comme dans cette note, on peut retrouver

(1) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 831 (2 avril 1906).

ici les relations qui y portent les numéros (3) (4) (5) (6) et, moyennant (1), parvenir à la formule

$$(3)\quad \left[3+\frac{\rho_1 p_2-p_1}{\rho_2 \rho_2-\rho_1}\frac{(\gamma+1)\rho_1-(\gamma-1)\rho_2}{(\gamma+1)p_1+(\gamma-1)p_2}\right]\frac{r}{K^2}\frac{dD}{dt}=2\frac{r^2}{\rho_2^2}\frac{\partial\rho^2}{\partial t}\left[\frac{\rho_2^2}{r^2}\frac{\frac{\partial p_2}{\partial t}}{\frac{\partial \rho_2}{\partial t}}-\left(1+\frac{2u_2\rho_2}{x_2}\frac{1}{\frac{\partial\rho_2}{\partial t}}\right)D^2\right],$$

où le coefficient de $\frac{dD}{dt}$ est positif ainsi que x_2, u_2, ρ_2.

On sait que la vitesse D est plus faible que celle du son en arrière du front. Donc

$$(4)\qquad D^2<\frac{\rho_2^2}{r^2}\frac{\frac{\partial p_2}{\partial t}}{\frac{\partial \rho_2}{\partial t}}.$$

De là les conclusions suivantes :

Pour que l'accélération de l'onde soit nulle à un certain instant, il faut que :

$$(5)\qquad \left(1+\frac{2u_2\rho_2}{x}\frac{1}{\frac{\partial\rho_2}{\partial t}}\right)D^2=\frac{\rho_2^2}{r^2}\frac{\frac{\partial p_2}{\partial t}}{\frac{\partial \rho_2}{\partial t}}.$$

Pour que cela soit possible, il faut, en vertu de (4), que $\frac{\partial\rho_2}{\partial t}$ soit positif, c'est-à-dire que le gaz continue à se comprimer en arrière de l'onde. Soit l la valeur positive de $\frac{\partial\rho_2}{\partial t}$ pour laquelle (5) est vérifiée.

Si $\frac{\partial\rho_2}{\partial t}>l$, l'onde est accélérée.

Si $\frac{\partial\rho_2}{\partial t}<l$, l'onde est retardée.

II. Imaginons maintenant que le gaz soit un mélange explosif et l'onde une quasi-onde de choc dans l'intérieur de laquelle la combustion soit notable, conformément à la seconde interprétation que nous avons donnée, dans un travail récent (1), du phénomène de l'onde explosive. Cherchons si une telle onde peut se propager avec une vitesse constante, comme dans le cas des ondes planes.

La troisième équation (2) doit être modifiée; mais les deux premières subsistent. La formule (3) subsiste aussi, mais avec un changement dans le

(1) *Sur la propagation des réactions chimiques dans les gaz.* (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1906, p. 47.)

coefficient de $\frac{dD}{dt}$. La condition pour que la vitesse soit constante est encore la condition (5).

Dans le cas des ondes planes, traité dans notre mémoire précité, la constance de la vitesse s'exprime par une relation analogue à (5), mais où $\frac{\partial \rho_2}{\partial t}$ ne figure pas dans le coefficient de D^2 [c'est l'équation (47) du chapitre III dudit mémoire]. La présence de cette dérivée dans ce coefficient différencie nettement, dans notre théorie, la propagation des explosions par ondes sphériques de leur propagation par ondes planes. Si cette théorie est exacte, la vitesse des ondes sphériques dépend de la manière dont les gaz se détendent en arrière du front, et il paraît probable (les considérations précédentes ne sont pas toutefois une démonstration entièrement satisfaisante) qu'il n'y a pas, dans le cas des ondes sphériques, d'onde explosive proprement dite avançant dans les gaz frais avec une vitesse constante, indépendante du mode de mise de feu. Il serait intéressant d'étudier la question expérimentalement.

ÉLECTRICITÉ. — *Application du principe de la superposition à la transmission des courants alternatifs sur une longue ligne. Représentation graphique*. Note de M. **A. Blondel,** présentée par M. Mascart.

Si l'on appelle U et I les vecteurs représentatifs, en grandeur et en phase, de la tension et du courant au point x d'un conducteur de la ligne (1), j le symbole imaginaire $\sqrt{-1}$, les équations différentielles du problème

$$(1)\qquad \frac{di}{dx} = gu + c\frac{du}{dt}; \qquad (2)\qquad \frac{du}{dx} = ri + l\frac{di}{dt},$$

(1) Quel que soit le nombre de phases des courants alternatifs à transmettre, on peut considérer isolément chaque conducteur de la ligne, en supposant celle-ci complétée fictivement par un conducteur de retour de résistance nulle, parcouru par un courant nul. J'appelle donc : r, l, z, la résistance, la self-induction et l'impédance par unité de longueur (en pratique le kilomètre) d'un des conducteurs utiles de la ligne; c et g sa capacité et sa « perditance » (coefficient de fuite ou conductance de perte), par unité de longueur, par rapport au conducteur de retour fictif; ω la pulsation des courants alternatifs (ou plutôt de leur harmonique considéré), u la tension par rapport au conducteur de retour au point x; i l'intensité au même point, au temps t; on pose

$$u = \mathrm{U} e^{j\omega t}; \qquad i = \mathrm{I} e^{j\omega t}.$$

Les coefficients a et b qui figurent dans les solutions sont déterminés par l'égalité connue :

$$(a + bj)^2 = rg - \omega^2 cl + j\omega(rc + lg).$$

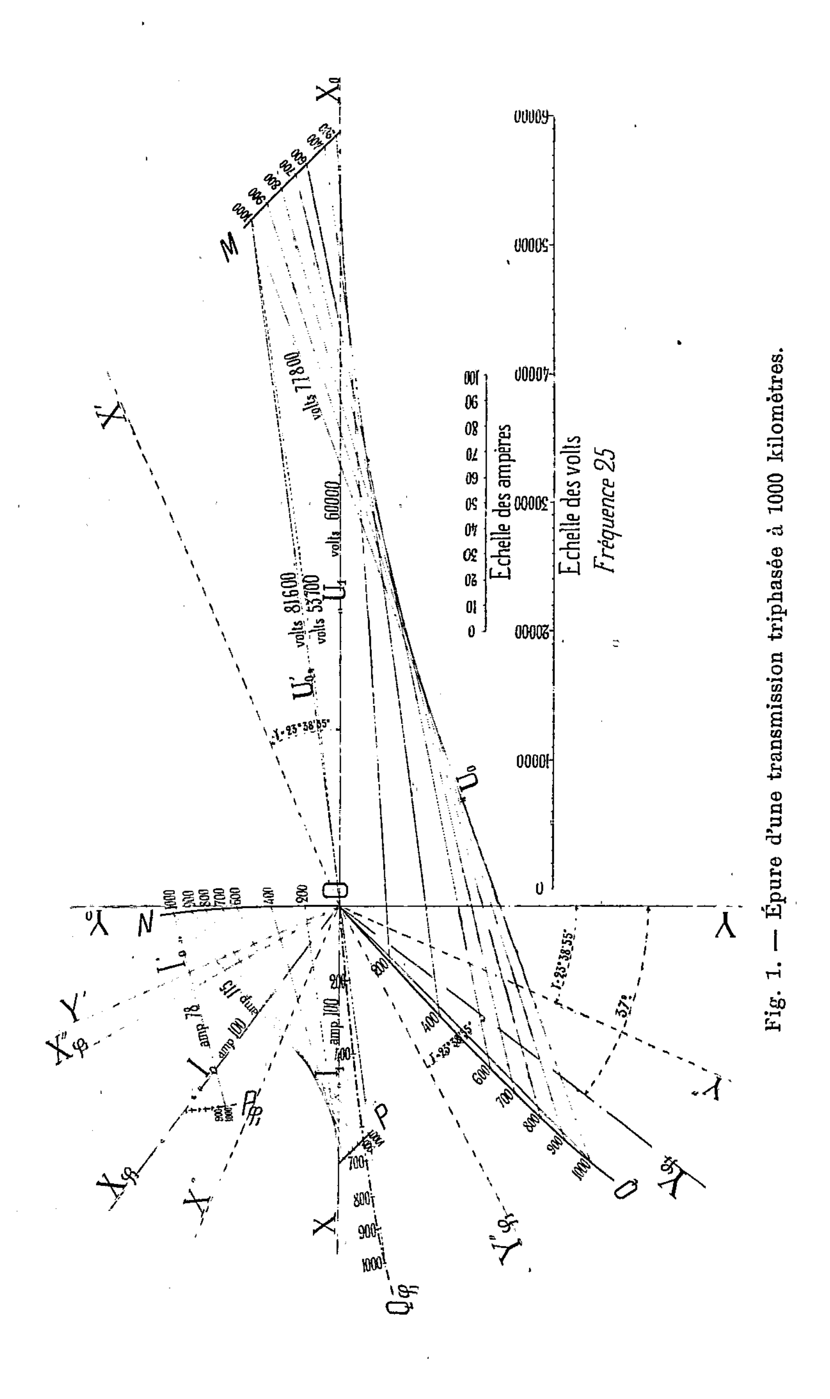


Fig. 1. — Épure d'une transmission triphasée à 1000 kilomètres.

admettent, comme on le sait (1), pour intégrales générales

$$(3)\quad U = Ae^{(a+bj)x-j\theta} + Be^{-(a+bj)x-j\theta'};\qquad (4)\quad I = \frac{A}{m}e^{(a+bj)x-j\theta} - \frac{B}{m}e^{-(a+bj)x-j\theta'},$$

désignant par A, B, θ et θ' des constantes d'intégration; par a et b, deux coefficients dépendant seulement de r, g, l, c et ω; et en posant

$$m = \sqrt{\frac{a^2+b^2}{g^2+\omega^2c^2}};\qquad \operatorname{tg}\gamma = \frac{\omega ca - bg}{\omega cb + ag}.$$

Je me propose d'appliquer ici le principe de la superposition des solutions, qui résulte de la forme même des équations (1) et (2), à la décomposition de chaque harmonique en un certain nombre de termes composants commodes pour la pratique.

On prendra comme origine des abscisses x de la ligne le point d'*arrivée;* le régime à l'arrivée est défini, pour la fréquence considérée, par les amplitudes et les phases de la tension U_1 et du courant total I_1 débité dans les organes récepteurs. Nous considérerons séparément les deux solutions partielles correspondant respectivement à l'hypothèse d'une tension égale à U_1, combinée avec un courant nul (marche à vide), et d'un courant égal en grandeur à I_1, combiné avec une tension nulle (débit sur court-circuit).

Dans la première hypothèse ($I_1 = 0$), on a évidemment $A = B = \frac{U_1}{2}$; les équations (3) et (4) prennent alors la forme :

$$\begin{cases} U = \frac{U_1}{2}(e^{ax} + e^{-ax})\cos bx + j\frac{U_1}{2}e^{ax} - e^{-ax})\sin bx = (U_1 \operatorname{coh} ax \cos bx + jU_1 \operatorname{sih} ax \sin bx), \\ J = \left(\frac{U_1}{m}\operatorname{sih} ax \cos bx + j\frac{U_1}{m}\operatorname{coh} ax \sin bx\right). \end{cases}$$

La première représente la tension répartie à vide, la seconde le courant de capacité réparti à vide. Dans chaque second membre entre crochets, le terme réel peut être considéré comme l'abscisse, et le coefficient de j comme l'ordonnée d'un point du lieu de l'extrémité du vecteur U ou J correspondant, tracé à partir de O, en remarquant seulement que les axes X'OY', auxquels est rapporté le lieu de J (que j'appellerai courbe N), doivent être tournés de l'angle $+\gamma$ par rapport aux axes X_0OY_0 du lieu de U (que j'appellerai courbe M).

On calcule aisément les coordonnées des courbes en fonction de x au moyen de la Table 14 (fonctions hyperboliques et circulaires) du Recueil de M. Hoüel.

Dans la seconde hypothèse (intensité à l'arrivée I_1, tension nulle), on trouve de même $A = B = \frac{I_1}{2}$, d'où l'on déduit par les équations (3) et (4) les nouvelles valeurs

(1) *Bulletin de la Société internationale des électriciens*, 5 avril 1905, p. 311-317.

des vecteurs du courant utile I et de la chute de tension correspondante produite par impédance V :

$$\begin{cases} I = (I_1 \operatorname{coh} ax \cos bx + j I_1 \operatorname{sih} ax \sin bx) e^{-j\varphi_1}, \\ V = (m I_1 \operatorname{sih} ax \cos bx + jm I_1 \operatorname{coh} ax \sin bx) e^{-j(\varphi_1+\gamma)}. \end{cases}$$

Comme plus haut, ces expressions indiquent les coordonnées des lieux des extrémités des vecteurs (que j'appellerai les courbes P et Q respectivement) par rapport à deux systèmes d'axes rectangulaires XOY et X''OY'', respectivement tournés de l'angle φ_1 et de l'angle $\varphi_1 + \gamma$ en retard sur $X_0O_0Y_0$.

Chaque régime est donc caractérisé par une épure à deux courbes (tension et courant) et la superposition des régimes se traduit par une superposition géométrique de deux épures; s'il n'y a pas de décalage de phase à l'arrivée entre U_1 et I_1 ($\varphi_1 = 0$), l'axe OX du courant I_1 coïncide avec l'axe OX_0 de la tension U_1 et les axes X''OY'' sont symétriques de X'OY' par rapport à OX_0; pour tenir compte d'un décalage quelconque φ_1, il suffit donc de faire tourner du même angle l'axe OX de la seconde épure par rapport à l'axe OX_0 de la première. On obtient les tensions résultantes de U et V en joignant deux à deux les points des extrémités des courbes de même espèce M et Q, et les vecteurs des courants résultants de I et J en joignant les points correspondants des courants N et P. De simples mesures sur l'épure font connaître en tous points de la ligne les grandeurs des tensions et des courants, leurs phases relatives, la puissance au départ $U_0I_0 \cos\varphi_0$, la puissance à l'arrivée $U_1I_1 \cos\varphi_1$ et, par suite, le rendement de la transmission.

PHYSIQUE. — *Sur les interférences produites par un réseau limitant une lame mince.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

Lorsqu'on dispose un réseau R sur la surface convexe S d'une lentille à faible courbure, on peut apercevoir de larges anneaux (1), dont, à ma connaissance, la théorie n'a pas encore été faite.

Ces franges, qui s'observent dans un faisceau de lumière non limitée et qui semblent localisées dans le voisinage du réseau (2) dont les traits sont supposés perpendiculaires au plan d'incidence, se distinguent nettement, et par plusieurs caractères, des anneaux de Newton correspondant à la lame mince comprise entre le réseau et la lentille :

1° Elles sont beaucoup plus larges et beaucoup plus espacées entre elles que ne le sont ces anneaux dont il est facile de calculer les dimensions d'après la

(1) IZARN, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 572.

(2) S'il s'agit d'un faisceau provenant d'une fente étroite dont on forme l'image sur un écran, on obtient dans le spectre des cannelures dont la théorie est différente; enfin, si les deux surfaces S et R sont parallèles, on a en lumière blanche des franges non localisées.

courbure de la surface convexe (et qu'on peut d'ailleurs observer en même temps);

2° Elles sont visibles en lumière blanche bien que S et R ne soient point au contact; elles sont encore observables alors que la distance de S à R est de plusieurs millimètres;

3° Elles sont très peu irisées et sont même sensiblement achromatiques lorsqu'on les observe sous une incidence voisine de 45°, auquel cas on a des anneaux blancs et sombres, périodiquement modifiés par des alternances colorées sur lesquelles je reviendrai en en précisant la cause;

4° Le diamètre de ces cercles *diminue* lorsque l'incidence va en croissant, tandis que le diamètre des anneaux de Newton augmente dans ces conditions.

En substituant à la lentille d'autres surfaces de formes connues, il est facile de s'assurer que, comme les anneaux de Newton, ces franges dessinent les lignes d'égale épaisseur de la lame mince ainsi constituée au-dessous du réseau; elles correspondent donc à un phénomène d'interférences pour lequel le retard est encore proportionnel à l'épaisseur de la lamelle, mais avec un coefficient de proportionnalité plus petit que celui qui intervient dans les anneaux de Newton et qui est égal à $2\cos r$; de plus, le nouveau coefficient doit présenter par rapport à r une variation en sens contraire du précédent.

Cette triple condition permet de reconnaître la cause du phénomène et de l'attribuer à l'interférence des deux faisceaux qui, tout en ayant été l'un et l'autre réfléchis dans la lame mince, ont subi la diffraction par le réseau, l'un à son entrée dans la lamelle, l'autre à sa sortie de cette même lame mince; ces deux sortes de rayons, émergeant parallèlement, peuvent interférer en présentant l'un par rapport à l'autre un retard correspondant aux *conditions différentes dans lesquelles ils ont traversé la lamelle.*

Si l'on considère d'abord des rayons tombant normalement et diffractés dans une direction r donnée par la formule classique

$$\sin r = \mathrm{KN}\lambda, \tag{1}$$

le rayon diffracté par transmission a traversé une épaisseur $\frac{2e}{\cos r}$, tandis que le rayon pénétrant et revenant normalement, puis diffracté dans la même direction que le rayon émergent, a pris un retard $2e + 2e\sin r \operatorname{tg} r$, ce qui fait en tout

$$2e + 2e\sin r \operatorname{tg} r - \frac{2e}{\cos r} \quad \text{ou} \quad 2e - 2e\cos r. \tag{2}$$

Ce retard varie donc proportionnellement à e, avec un coefficient $2(1 - \cos r)$ généralement bien plus faible que $2\cos r$, si r est assez petit, ce qui avait lieu dans le cas des réseaux employés (réseaux au 1/25 ou au 1/50); il croît avec r, et comme r est déterminé par la relation (1), il augmente avec N, ce qui montre que les anneaux

seront d'autant plus étroits et plus petits que l'on emploiera des réseaux à traits plus resserrés; c'est en effet ce que l'expérience indique.

En dehors de l'incidence normale, les équations seront

$$\sin i - \sin r = \mathrm{K N} \lambda, \tag{3}$$

et le retard sera donné par $2e(\cos r - \cos i)$, de telle sorte que suivant la parité de K' il se produira des franges brillantes ou sombres, lorsqu'on aura

$$2e(\cos r - \cos i) = \mathrm{K}' \frac{\lambda}{2}. \tag{4}$$

Si l'on examine le phénomène sous une incidence déterminée r, les équations (3) et (4) font connaître i et e, c'est-à-dire la direction du faisceau efficace et l'épaisseur ou position correspondante à une frange donnée; cette position est en général une fonction de λ et l'élimination de i entre ces deux équations donnerait la relation qui détermine ainsi e pour les différentes radiations; cette quantité ne serait donc indépendante de λ que si le résultat de l'élimination fournissait une équation où λ ne figurerait plus. Mais, au lieu d'éliminer i entre (3) et (4), on peut éliminer λ et conserver i dont la présence maintient dans l'équation finale l'influence de λ auquel il est relié par (3).

Cette élimination fournit

$$2e\frac{\cos r - \cos i}{\sin i - \sin r} = \frac{\mathrm{K}'}{2\mathrm{KN}} \quad \text{ou} \quad 2e = \frac{\mathrm{K}'}{2\mathrm{KN}} \operatorname{cotg} \frac{i + r}{2}.$$

En passant d'une couleur à l'autre, i varie d'un angle très petit; i et r sont d'ailleurs assez voisins l'un de l'autre et la variation de $i + r$ est à peu près négligeable à côté de $i + r$; la position de la frange est donc presque indépendante de la couleur et c'est ce qui explique l'achromatisme approximatif des anneaux dans les conditions indiquées.

Ces franges seront rendues plus brillantes si l'on augmente le pouvoir réflecteur de la surface inférieure de façon à égaliser à peu près les intensités des deux rayons interférents; on y parvient en employant une surface métallique, condition plutôt moins favorable à la visibilité des anneaux de Newton.

Ces franges peuvent être utilisées pour vérifier commodément la surface sans employer de lumière monochromatique; cette vérification peut, en effet, se faire presque sans interrompre le travail de la surface, car il suffit de disposer à plusieurs millimètres au-dessus d'elle un réseau plus ou moins serré suivant l'approximation que l'on cherchera ou suivant le degré d'avancement du travail, en éclairant le tout par un large faisceau de lumière blanche et en orientant les traits du réseau perpendiculairement au plan d'incidence; cette

méthode, qui permet, sans dispositif spécial autre qu'un réseau, de se rendre compte de la forme des surfaces employées, s'applique sans modification aux surfaces métalliques; elle permet, en particulier, de suivre avec beaucoup de précision les déplacements et les déformations d'une surface mercurielle.

CHIMIE. — *Action du gaz ammoniac sur le chlorure de néodyme anhydre.* Note de MM. **C. Matignon** et **R. Trannoy**.

Le gaz ammoniac est sans action sur le chlorure de néodyme vers 1000°. A la température ordinaire, le chlorure anhydre (1) absorbe le gaz ammoniac sec en augmentant considérablement de volume en même temps que la teinte rose s'accentue. Il se produit un dégagement de chaleur considérable. Les combinaisons qui se forment ont été étudiées par deux procédés différents.

Dans une première expérience on a saturé par le gaz ammoniac un poids connu de sel anhydre maintenu dans un mélange de glace et de sel; l'absorption complète exige un contact prolongé. 5g,4322 de sel ont ainsi absorbé 4g,3693 de gaz bien desséché à travers une longue colonne de sodium, en donnant une combinaison se rapprochant de $NdCl^3 12 AzH^3$. Ce composé d'addition chauffé progressivement au bain-marie, ou dans un bain d'huile, dégage de l'ammoniac à certaines températures qui ont été notées en même temps que les pertes de poids correspondantes. On a pu réaliser ainsi une décomposition progressive et déceler en passant toutes les combinaisons intermédiaires avec leur température de dissociation sous la pression atmosphérique.

D'autre part, 2g,1805 et 3g,4604 du même chlorure ont été enfermés dans deux tubes scellés avec du gaz ammoniac liquéfié; celui-ci est absorbé par le sel dont la teinte rosée se fonce davantage. Après un contact de plusieurs semaines, et vérification de la présence d'un excès d'ammoniac liquide, les combinaisons formées ont été étudiées en procédant de la façon suivante. Le tube est ouvert après refroidissement dans un mélange d'éther et de neige carbonique; on le porte ensuite dans le chlorure de méthyle bouillant à — 23°. A cette température, tout l'excès d'ammoniac se dégage en laissant une combinaison qui, comme nous le verrons tout à l'heure, a bien comme composition $NdCl^3 12 AzH^3$. On a élevé ensuite progressivement la température de ce composé d'addition et noté les températures pour lesquelles il y a dégagement de gaz ammoniac. Ce dernier est dosé à la fois par la variation de poids avant et après chaque dégagement et par la mesure du volume recueilli sur le mercure.

(1) C. MATIGNON, *Comptes rendus*, t. CXXXIII (1901), p. 289; t. CXL (1905), p. 1181.

Ces deux expériences, jointes à l'étude précédente, ont démontré l'existence des composés d'addition suivants :

$NdCl^3AzH^3$
$2AzH^3$
$4AzH^3$
$5AzH^3$
$8AzH^3$
$11AzH^3$
$12AzH^3$

A la sortie du chlorure de méthyle, la combinaison a été portée dans la glace fondante, puis chauffée successivement au bain-marie, au bain d'huile et au bain de nitrates.

Nous donnons les résultats pour l'expérience faite avec 3^g,46 de chlorure. Le départ de AzH^3 correspond théoriquement à un dégagement gazeux de 308 cm^3 mesurés à 0° et sous la pression normale et à une diminution de poids de 0^g,2352.

	Température de décomposition	Perte de poids trouvée	Perte de poids calculée	Volume de AzH^3 recueilli trouvé	Volume de AzH^3 recueilli calculé
$1AzH^3$	— 23° à 0°	»	0,2352	312,3	309
$3AzH^3$	18° à 34°	1,3453	1,4112	980	927
$3AzH^3$	78° à 80°			911	927
$1AzH^3$	115° à 120°	0,2921	0,2352	408	309
$2AzH^3$	155° à 160°	0,4162	0,4704	506	618
$3AzH^3$	115° à 160°	0,7083	0,7056	914	927
$1AzH^3$	250° à 260°	0,2199	0,2352	284	309
$1AzH^3$	360°	0,2003	0,2352	250	309

Les deux derniers résultats sont trop faibles, mais les autres expériences permettent de corriger les valeurs fournies par ces nombres évidemment mal déterminés. C'est ainsi que l'essai, conduit avec 5^g,4322 de chlorure, a éprouvé vers 250° et 360° les diminutions de poids de 0^g,3918 et 0^g,3625 au lieu de 0^g,37 valeur théorique.

On remarquera également que les variations de poids ainsi que les dégagements gazeux vers 115° et 155° ne donnent pas des valeurs bien concordantes, mais l'ensemble des deux, au contraire, correspond très exactement à trois molécules de gaz ammoniac. D'ailleurs, les autres expériences ont également corrigé ces valeurs.

A 360° les douze molécules d'ammoniac fixées sont toutes mises en liberté et l'on retrouve le sel anhydre.

Les sept combinaisons formées par le gaz ammoniac et le chlorure de néodyme sont dissociables sous la pression atmosphérique à des températures voisines de celles indiquées en *t*

	t	T	Q
$NdCl^3AzH^3$	360°	633°	20^c,2
$2AzH^3$	255°	528°	16^c,9
$4AzH^3$	157°	430°	13^c,7
$5AzH^3$	117°	390°	12^c,5
$8AzH^3$	79°	352°	11^c,2
$11AzH^3$	26°	299°	9^c,5
$12AzH^3$	— 10°	263°	8^c,4

En appliquant à ces combinaisons ammoniacales la loi de constance de la variation d'entropie mise en évidence par l'un de nous (1), on déduit immédiatement de la connaissance des températures absolues de dissociation T la chaleur dégagée Q dans la formation de ces combinaisons à partir de 1 mol. de gaz ammoniac. Pour la première, par exemple, la chaleur de fixation de AzH^3 est égale à $633 \times 0^{Cal},032$, soit $20^{Cal},2$.

On a pour chacun des composés la relation thermique suivante :

$NdCl^3$ sol	+ AzH^3 gaz	= $NdCl^3AzH^3$ sol	+ 20 Cal, 2
$NdCl^3AzH^3$ sol	+ AzH^3 gaz	= $NdCl^32AzH^3$ sol	+ 16 Cal, 9
$NdCl^32AzH^3$ sol	+ $2AzH^3$ gaz	= $NdCl^34AzH^3$ sol	+ 27 Cal, 5
$NdCl^34AzH^3$ sol	+ AzH^3 gaz	= $NdCl^35AzH^3$ sol	+ 12 Cal, 5
$NdCl^35AzH^3$ sol	+ $3AzH^3$ gaz	= $NdCl^38AzH^3$ sol	+ 33 Cal, 6
$NdCl^38AzH^3$ sol	+ $3AzH^3$ gaz	= $NdCl^311AzH^3$ sol	+ 28 Cal, 5
$NdCl^311AzH^3$ sol	+ AzH^3 gaz	= $NdCl^312AzH^3$ sol	+ 8 Cal, 4

Ainsi le gaz ammoniac en se fixant sur une molécule de chlorure de néodyme dégage le chiffre énorme de $147^{Cal},5$. Nous avons vu que le chlorure de samarium dans les mêmes conditions avait fourni 147^{Cal} (2).

Le chlorure octohydraté de néodyme n'a pas son correspondant dans la série des composés ammoniacaux.

Les études ébullioscopiques et cryoscopiques ont montré (3) que la formule du chlorure de néodyme était bien $NdCl^3$. La simplicité des formules précé-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVIII (1899), p. 103.
(2) MATIGNON et TRANNOY, *Comptes rendus*, t. CXL (1905), p. 141.
(3) C. MATIGNON, *Comptes rendus*, t. CXXXIII (1901), p. 289.

dentes s'accorde bien avec la trivalence du néodyme; la divalence de ce métal aurait conduit aux formules compliquées suivantes :

$$M\frac{2}{3}AzH^3,\quad M\frac{4}{3}AzH^3,\quad M\frac{8}{3}AzH^3,\quad M\frac{10}{3}AzH^3,\quad M\frac{16}{3}AzH^3,\quad M\frac{22}{3}AzH^3,\quad M8AzH^3.$$

On trouve là une confirmation *a priori* de la formule rigoureusement établie.

CHIMIE. — *Sur l'existence des sulfures de phosphore : mixtes de phosphore et de sesquisulfure de phosphore.* Note de M. **R. Boulouch**, présentée par M. Georges Lemoine.

Sous le premier titre, M. H. Giran a publié récemment (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 398) quelques données relatives à la détermination des températures de solidification (1) des corps contenant des proportions diverses de soufre et de phosphore, *après réaction des éléments au-dessus de* 100°.

J'ai fait, de mon côté, des recherches analogues, et mes résultats, relatifs aux mixtes de phosphore et de sesquisulfure P^4S^3, sont assez éloignés de ceux de M. Giran pour que je croie nécessaire de signaler et d'expliquer cette divergence; j'ai d'ailleurs à faire connaître un fait nouveau dans l'étude de la solidification d'un mélange de deux corps définis pouvant constituer une phase liquide unique, mais pas de combinaison chimique.

L'auteur signale l'existence d'un eutectique dont la concentration en soufre serait 0,335 et le point de fusion nette — 40°; or, un mélange ayant cette composition se solidifie graduellement à partir de + 35°, et le solide qui en résulte ne saurait, dès lors, constituer un eutectique. Le point d'eutexie des mélanges étudiés est situé vers — 7° et correspond à un mixte de concentration voisine de 0,200 (P^2S au lieu de P^4S). L'erreur commise doit être attribuée à deux causes :

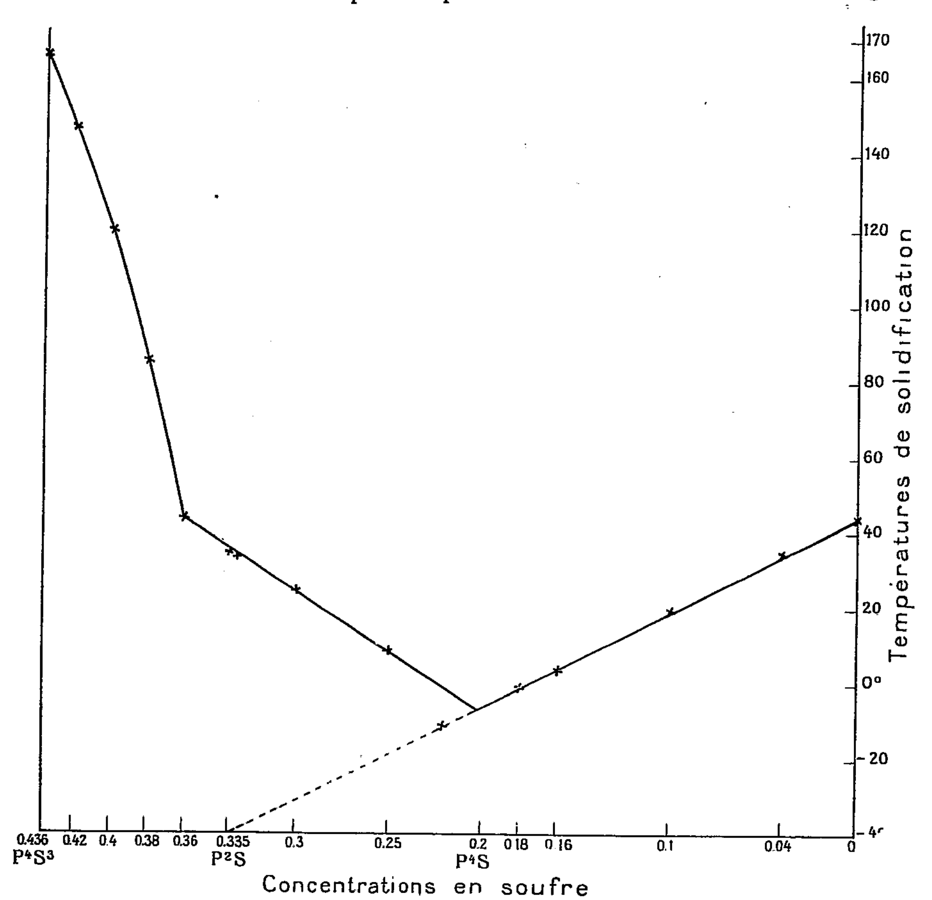
I. Ces mélanges présentent à un haut degré la propriété de demeurer en faux équilibre, de telle sorte que si l'on ne met pas en contact avec le liquide des germes cristallins de P^4S^3, on n'obtient la congélation des mélanges de concentration supérieure à 0,200 que par un refroidissement très énergique; mais on atteint ainsi la région située au-dessous des deux courbes de solidifica-

(1) Il peut être utile de remarquer que, dans les expériences de M. Giran (p. 338), on détermine « la température de *fusion* du mélange, qui est celle où *disparaît le dernier cristal* ». (Note de M. G. Lemoine).

tion, les cristaux qui prennent naissance sont isomorphes du phosphore, et leur fusion ultérieure fournit des points situés sur le prolongement de la ligne de solidification qui contient le point de fusion du phosphore pur.

J'ai fait ressortir des faits de cet ordre dans l'étude des mixtes formés par le soufre et le phosphore au-dessous de 100° (*Comptes rendus*, 21 juillet 1902).

II. La deuxième cause est plus imprévue et se relie à un fait, non signalé,



résultant de mes expériences inédites : le point d'eutexie se trouve en général à l'intersection de deux lignes presque droites passant respectivement par les points de fusion des deux corps purs; dans le cas actuel, en prolongeant les portions de lignes qui sont voisines de ces points de fusion, on obtient à peu près le point indiqué par M. Giran, mais la ligne de solidification des cristaux riches en P^4S^3 présente une forme absolument singulière; elle est

formée de deux portions à peu près droites, d'inclinaisons fort différentes, et c'est la seconde portion qui, par son intersection avec la ligne de solidification des cristaux riches en phosphore, détermine le point d'eutexie.

Mais le point où se coupent les deux parties de la ligne de solidification singulière doit être considéré comme *un point de transition* dont les coordonnées sont $s = 0{,}36$ et $t = 44°$, *température de fusion du phosphore pur*. L'hypothèse la plus probable qui permette d'expliquer la discontinuité du phénomène consiste à supposer qu'au-dessus de 44° il se dépose des cristaux de P^4S^3 pur, tandis qu'au-dessous de cette température on obtient des cristaux mixtes de sesquisulfure et de phosphore; l'identité des températures de ce point de transition et du point de fusion du corps le plus fusible, si elle s'érigeait en règle générale, aurait une importance évidente.

L'étude attentive des lignes de fusion de ces mélanges permettra sans doute de contrôler l'hypothèse émise ci-dessus.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les laitons spéciaux*. Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Ditte.

On sait que les laitons industriels, alliages de cuivre et de zinc, renfermant plus de 55 °/₀ de cuivre, peuvent être laminés ou martelés à chaud, lorsqu'ils contiennent moins de 63 °/₀ de cuivre; ils peuvent être laminés ou martelés à froid, lorsque la teneur en cuivre dépasse 60 °/₀.

Les recherches les plus récentes faites sur les laitons montrent que les alliages contenant plus de 63 °/₀ de cuivre sont formés d'une seule solution, solution α de Schepherd, tandis que ceux renfermant entre 55 et 63 °/₀ de cuivre sont formés de deux solutions α et β, la solution α étant d'autant plus importante que la teneur en cuivre est plus élevée.

Le constituant caractéristique des laitons forgeables à chaud est le constituant β qui apparaît en noir dans l'attaque au perchlorure de fer.

J'ai cherché à préciser la constitution des laitons spéciaux, alliages de cuivre et de zinc, contenant des corps étrangers : aluminium, manganèse, silicium, etc. On sait, depuis quelques années, que la présence d'une certaine quantité d'aluminium dans un laiton contenant 70 °/₀ de cuivre permet de laminer cet alliage à chaud. L'examen micrographique d'un de ces laitons nous a montré qu'il avait même texture que l'alliage $Cu = 58 \quad Zn = 42$.

Généralisons le problème et appelons A le titre réel (donné par l'analyse) de

l'alliage en cuivre; B celui en zinc, et supposons que l'alliage renferme q % d'un corps étranger.

$$A + B + q = 100.$$

Soit A' le titre en cuivre indiqué par le microscope (quand l'alliage est compris entre 55 et 63 %) et que nous nommerons titre fictif, B' le titre fictif en zinc, et désignons par t le *coefficient d'équivalence* du métal étranger, c'est-à-dire la quantité de zinc auquel se substitue 1 % de ce métal, les proportions étant ramenées à 100.

On a :

$$A' + B' = 100;$$

mais

$$B' = \frac{(B + tq)100}{A + B + tq};$$

d'où l'équation

$$A'q(t - 1) = 100(A - A').$$

On a donc

$$A' = \frac{100 A}{100 + q(t - 1)},$$

équation qui définit le titre fictif A' d'un alliage dont le titre réel est A et qui contient q d'un élément dont le coefficient d'équivalence est t.

On voit que la loi est hyperbolique et que, si l'on a

$t < 1$,	il s'ensuit	$A' > A$,
$t > 1$,	»	$A' < A$.

J'ai déterminé les coefficients d'équivalence d'un grand nombre de métaux. J'indiquerai les principaux :

Pour l'aluminium.	$t = 6$,
» le silicium	$t = 10$,
» l'étain.	$t = 2$,
» le manganèse	$t = 0,5$,
» le plomb.	$t = 1$,
» le fer.	$t = 0,9$,
» le cadmium.	$t = 1$.

On voit donc que le manganèse et le fer relèvent le titre.

Ces déterminations ont une très grande importance industrielle. En effet, les propriétés d'un laiton spécial se rapprochent toujours beaucoup plus de celles du laiton qui a pour titre réel son titre fictif que de celle du laiton ayant même titre réel que lui; il a généralement sur le premier l'avantage de posséder une limite élastique plus élevée.

Je citerai un exemple : le laiton Cu = 70, Al = 4, Zn = 26 a pour titre fictif

$$Cu = 57, \quad Zn = 43.$$

Ce dernier alliage donne : charge de rupture par $^m/m^2 = 32,6$; limite élastique $= 6,6$; allongement $^0/_0 = 24$.

Tandis que le premier accuse : charge de rupture par $^m/m^2 = 44,8$; limite élastique 23,8; allongement $^0/_0 = 24,5$, et l'alliage à même titre réel, soit $Cu = 70$, $Zn = 30$, donne : charge de rupture par $^m/m^2 = 17$; limite élastique $= 3,5$; allongement $^0/_0 = 55$.

J'ai supposé jusqu'ici que les éléments étrangers entraient dans l'une ou l'autre des solutions en présence desquelles ils se trouvent; tous les éléments commencent par agir ainsi; mais, pour des pourcentages variables avec chacun d'eux, ils se séparent en formant soit une combinaison, soit une solution solide spéciale. Certains corps, le phosphore, le magnésium, l'antimoine forment un constituant spécial dès que leur pourcentage atteint 0,5 à 0,7 $^0/_0$.

D'autres, au contraire, comme l'aluminium, le manganèse, peuvent être introduits en grandes quantités, plus de 10 $^0/_0$.

Les recherches fort longues que j'ai faites à ce sujet montrent clairement qu'à l'apparition d'un constituant spécial correspond nettement une diminution dans la valeur des propriétés mécaniques et, notamment, une augmentation très nette de la fragilité.

En résumé : 1° l'étude des laitons spéciaux m'a permis d'établir une loi générale indiquant le rôle des éléments étrangers qui créent dans l'alliage un titre fictif;

2° L'alliage a des propriétés très rapprochées de celles du produit ayant pour titre réel son titre fictif;

3° La présence d'un constituant, combinaison ou solution, autre que celui que l'on rencontre dans les alliages cuivre-zinc diminue considérablement la valeur mécanique de l'alliage.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode de recherche et de dosage de petites quantités de fer.* Note de M. **A. Mouneyrat**, présentée par M. A. Haller.

Les diverses méthodes de recherche et de dosage du fer consistent soit à précipiter directement le métal (méthode électrolytique), soit à faire naître, dans les solutions qui le renferment, à l'aide de réactifs spéciaux, des précipitations ou des colorations spécifiques. Le procédé de recherche et de dosage de petites quantités de fer, dont je désire présenter l'étude à l'Académie, appartient à ce dernier groupe, au groupe des méthodes colorimétriques.

Depuis longtemps on a observé que lorsqu'on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré dans une solution alcaline étendue d'un sel de fer, cette solution, indépendamment du précipité de sulfure qui peut se former, prend

une belle coloration verte. L'étude systématique de ce fait, but de cette note, m'a montré qu'on se trouvait là en présence d'une réaction extrêmement sensible du fer, beaucoup plus sensible que celle au sulfocyanure et tout particulièrement propre à la recherche de cet élément dans les solutions aqueuses qui n'en renferment que des traces.

Si à une solution très étendue, à un huit cent millième par exemple, d'un sel minéral de fer au maximum ou au minimum, on ajoute un excès d'alcali, ammoniaque pure par exemple, il ne se forme aucun précipité, mais le passage pendant 10 à 12 minutes dans cette liqueur d'un courant régulier d'hydrogène sulfuré pur y développe une belle coloration verte (la solution doit être examinée sous une épaisseur de plusieurs centimètres). Cette solution, abandonnée à l'air libre, ne tarde pas à jaunir, à cause de la mise en liberté de soufre sous l'influence de l'oxygène atmosphérique; conservée, au contraire, dans un flacon plein et bien bouché, elle garde très longtemps sa couleur verte.

J'ai tout d'abord examiné l'influence de la nature et de la quantité d'alcali sur la sensibilité de la réaction. Afin d'avoir une base parfaitement exempte de fer, j'ai employé de l'ammoniaque pure obtenue en chauffant la solution ammoniacale du commerce, desséchant sur de la chaux vive, afin de retenir l'eau entraînée mécaniquement, et recevant le gaz dans de l'eau distillée. La solution ammoniacale ainsi préparée, et dont je me suis servi, était absolument exempte de fer et contenait 62 grammes d'AzH^3 par litre. Les essais ont été effectués, pour une même durée de courant de H^2S, en prenant 50 centimètres cubes de la solution ferrugineuse à un huit cent millième de Fe (à l'état de sulfate de fer) et des quantités successivement croissantes d'ammoniaque $0^{cm^3},5$; 1^{cm^3}; $1^{cm^3},5$; 2^{cm^3}; 3^{cm^3}; 4^{cm^3}, etc. C'est avec 3^{cm^3} de la solution ammoniacale que le maximum d'intensité de coloration a été obtenu; des quantités plus fortes d'AzH^3 n'augmentent pas, diminuent plutôt la couleur.

L'ammoniaque peut être remplacée dans cette réaction par la soude ou la potasse, mais il est extrêmement difficile d'avoir ces deux bases exemptes de fer; toutes celles que livre le commerce en renferment des quantités plus ou moins grandes, qu'il est très difficile d'enlever. Les bases organiques, pyridine, quinoléine, ne peuvent pas remplacer l'ammoniaque.

Etat physique sous lequel se trouve le fer dans la solution verte. — Si l'on place la solution verte, préparée comme il vient d'être dit, sur un dialyseur, il ne passe pas de fer à travers ce dialyseur; seul du sulfure alcalin traverse la membrane. Cette expérience permet de conclure que le fer se trouve dans la solution verte à l'état colloïdal.

Agents qui influent sur la stabilité de cet état colloïdal. — Un grand nombre d'agents augmentent ou diminuent la stabilité de cette solution colloïdale ferrugineuse.

Les acides minéraux (HCl, AzO^3H, SO^4H^2, etc.) font immédiatement perdre à la solution sa coloration verte; le $SO^4(AzH^4)^2$, le SO^4Na^2, le NaCl en solution aqueuse concentrée fait également disparaître assez vite la couleur verte. Beaucoup de matières organiques, au contraire, augmentent la stabilité de l'état colloïdal et

permettent d'obtenir des solutions vertes plus riches en fer que l'ammoniaque seule. Parmi ces matières un grand nombre peuvent être employées; j'ai essayé la glycérine, le sucre, le glucose, la mannite, l'acide lactique, l'acide tartrique et l'acide citrique, qui toutes m'ont donné de bons résultats. Mais parmi toutes ces substances, la plus intéressante est l'albumine parce qu'elle permet d'augmenter la sensibilité de la réaction et de la pousser au delà du millionième (limite de sensibilité approximative avec l'ammoniaque seule). Si, en effet, à une solution de fer, légèrement plus étendue que le millionième, on ajoute de l'ammoniaque pure, une très petite quantité d'albumine (exempte de fer minéral), 4 ou 5 milligrammes par exemple, sature comme il a été dit d'H^2S, la coloration de la solution n'est pas d'un vert net, si bien que, dans ces conditions, il est difficile de se prononcer; mais si, à la solution ainsi obtenue, on ajoute son volume d'alcool à 90°, agite le tout et laisse reposer 10 ou 12 heures, il se forme, au bout de ce temps, s'il y a du fer, au fond du tube un dépôt filamenteux vert, tandis que la solution reste absolument incolore. L'alcool, dans ce cas, a brisé l'état colloïdal et une partie de l'albumine s'est précipitée en entraînant tout le fer. Les solutions colloïdales obtenues avec l'albumine ne sont pas détruites par la chaleur; à l'ébullition la coloration verte s'affaiblit ou disparaît pour reparaître à froid; le noir animal pur lavé, exempt de sels, n'a pas d'action sur la solution verte.

Spécificité de la réaction. — Cette coloration verte n'appartient-elle qu'au fer ? J'ai étudié l'action de l'hydrogène sulfuré sur des solutions diluées à $\frac{1}{800000}$ ammoniacales, en présence d'albumine des métaux suivants :

Mercure, plomb, argent, chrome, nickel, cobalt, alcalino-terreux, cuivre.

Aucun de ces métaux, en solution très diluée bien entendu, ne donne de coloration verte analogue à celle du fer. Le cuivre gêne cependant la réaction; il faut donc tout d'abord s'en débarrasser. Pour cela on acidifie par HCl la solution, que l'on sature ensuite d'hydrogène sulfuré; on laisse reposer 8 à 10 heures, on filtre, porte à l'ébullition la solution et filtre de nouveau. La liqueur neutralisée et alcalinisée par l'ammoniaque additionnée d'albumine sert, comme il a été dit, à la recherche du fer.

Dosage du fer. — L'intensité de la couleur verte des solutions est, dans des limites comprises entre $\frac{1}{1000000}$ et $\frac{1}{1000}$, sensiblement proportionnelle à leur teneur en fer, si bien que l'on peut doser ce métal en fonction de l'intensité de cette coloration verte.

La méthode de recherche du fer que nous venons d'étudier est beaucoup plus sensible que celle au sulfocyanure et convient tout particulièrement aux recherches biologiques.

Je poursuis des études dans ce sens et j'indiquerai prochainement une méthode très sûre de recherche du fer dans les tissus vivants.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Obtention des sulfamates aromatiques par réduction des dérivés nitrés avec l'hydrosulfite de soude.* Note de MM. **A. Seyewetz** et **Bloch**, présentée par M. A. Haller.

Les sulfamates aromatiques de formule générale (R)N.H.SO^3(M) ont été obtenus par divers procédés, qui utilisent tous soit une amine simple ou substituée, soit une hydroxylamine, dans le groupement NH^2 ou NHOH desquelles on substitue le groupement sulfonique au moyen de la chlorhydrine sulfurique, de l'acide amidosulfurique, de l'acide sulfureux ou de la thionylamine.

En employant les amines, Wagner (1) a obtenu ainsi l'acide phénylsulfamique; Traube (2) les acides phényl-, tolyl- et xylyl-sulfamiques; Paal et Jänicke (3) l'ortho et le paratolyl, ainsi que l'α naphtylsulfamate d'ammonium; Jungahn (4) l'acide a. m. xylylsulfamique; Paal et J. Cassel (5) les chlorosulfamates.

En utilisant les hydroxylamines aromatiques, Bamberger et Hinderman (6) puis Michaelis et Peton (7) ont pu préparer l'acide phénylsulfamique.

Nous sommes arrivés à transformer directement le groupe NO^2 en $NH-SO^3Na$ et à obtenir ainsi avec de bons rendements les sulfamates correspondants, en réduisant avec ménagement les dérivés nitrés par l'hydrosulfite de sodium (8).

Nous avons constaté que si l'on met du nitrobenzène en suspension dans de l'eau bouillie additionnée de phosphate de soude tribasique (9) et qu'on y dissolve une quantité suffisante d'hydrosulfite de sodium en poudre, de façon que la température atteigne environ 65°, il cristallise dans la masse, après vingt-quatre heures, de longues aiguilles soyeuses blanches. Ces aiguilles essorées sur brique poreuse puis purifiées par lavage à l'éther et cristallisation dans l'alcool absolu renferment du carbone, de l'hydrogène, de l'azote, du soufre et du sodium. Elles sont solubles dans l'eau et dans l'alcool. Leur solution aqueuse ne précipite pas avec le chlorure de

---

(1) *Berichte* 19, p. 1158.

(2) *Berichte* 23, p. 1654.

(3) *Berichte* 27, p. 1244, et 28, p. 3161.

(4) *Berichte* 31, p. 1234.

(5) *Berichte* 34, p. 2748. Dissertation. Erlangen, 1900.

(6) *Berichte* 30, p. 654.

(7) *Berichte* 31, p. 984.

(8) Nos essais n'ont porté jusqu'ici que sur le nitrobenzène, les nitrotoluènes, le métanitroxylène et l'α nitronaphtaline.

(9) Le phosphate tribasique sert à stabiliser l'hydrosulfite de soude.

baryum, mais cette précipitation a lieu après ébullition en présence d'une petite quantité d'acide chlorhydrique. Il y a en même temps formation d'aniline. Cette réaction caractéristique paraît indiquer la présence d'un sulfamate.

Cette hypothèse est confirmée par le dosage de l'azote, du soufre et du sodium, dont voici les résultats :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^5NHSO^3Na$.
°/₀ Azote	7,3 et 7,21	7,17
Soufre	16,20	16,41
Sodium . . .	12,00	11,80

Nous avons identifié le composé ainsi obtenu avec le phénylsulfamate de sodium préparé par l'action de la chlorhydrine sulfurique sur l'aniline dissoute dans le chloroforme (1).

La réduction du nitrobenzène par l'hydrosulfite de soude peut donc être représentée par l'équation suivante :

$$C^6H^5NO^2 + S^2O^4Na^2 + H^2O = C^6H^5NHSO^3Na + SO^4NaH.$$

La solution aqueuse d'où ont été séparées les aiguilles est saturée de phénylsulfamate et renferme, en outre, une petite quantité d'aniline (2).

Nous avons fait varier méthodiquement les divers facteurs de l'opération (quantité d'hydrosulfite, concentration de la solution, température et durée de la réaction, quantité de phosphate tribasique) pour déterminer les conditions d'obtention du meilleur rendement.

Voici ces conditions :

« Introduire dans un flacon 63gr de nitrobenzène, 75gr de phosphate tribasique de « sodium et 380gr d'hydrosulfite concentré en poudre B. A. S. F. (78 °/₀ environ « $S^2O^4Na^2$), puis ajouter 1 litre d'eau bouillie et agiter vivement pendant quelques « minutes pour dissoudre l'hydrosulfite. La température s'élève peu à peu vers 65°. »

On abandonne alors le flacon bouché à la température ambiante.

Après vingt-quatre heures, la couche de nitrobenzène qui surnageait la solution a disparu à peu près complètement et il s'est produit dans la masse une abondante cristallisation d'aiguilles soyeuses blanches (3), qu'on recueille et essore sur brique en plâtre.

En refroidissant les eaux-mères vers 0°, on peut encore séparer une quantité importante de phénylsulfamate. Enfin, on peut également en retirer une portion notable en évaporant au bain-marie les dernières eaux-mères et en recristallisant plusieurs fois le résidu sec dans l'alcool absolu.

---

(1) *Berichte* 23, p. 1654.

(2) MM. Aloy et Rabaut (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XXXIII, p. 654) ont obtenu l'aniline en réduisant le nitrobenzène par l'hydrosulfite de soude vers 100°.

(3) Il arrive quelquefois que la solution reste sursaturée et ne cristallise pas. On provoque facilement la cristallisation en agitant, ou mieux en refroidissant avec un mélange de glace et de sel.

Rendement : 100gr de phénylsulfamate pour 100gr de nitrobenzène.

Le phosphate tribasique n'est pas indispensable pour la formation de phénylsulfamate, mais en stabilisant la solution d'hydrosulfite il améliore notablement le rendement.

Nous avons reconnu la possibilité d'effectuer la réaction en ajoutant au mélange une quantité d'alcool convenable pour que le nitrobenzène reste dissous dans la solution d'hydrosulfite, mais la séparation du phénylsulfamate est ainsi plus difficile.

En appliquant la réaction précédente aux trois nitrotoluènes, au métanitroxylène et à l'α nitronaphtalène, nous avons obtenu les sulfamates correspondants. Avec les nitrotoluènes le rendement a été notablement meilleur qu'avec le nitrobenzène (1).

Nous nous proposons d'appliquer notre méthode aux autres dérivés nitrés des carbures substitués ou non, ainsi qu'aux composés renfermant des groupes nitrés en présence des diverses fonctions.

PHYSIQUE DU GLOBE. — Extrait d'une lettre du P. **Cirera.**

Le 18 avril après-midi on a enregistré un mouvement microsismique important à l'Observatoire de l'Ebre. (Latitude Nord 40°49',2. Long. E. Greenwich $0^h 1^m 58^s,5$.)

Commencement à $1^h 24^m 55^s$ p. m. Phase maxima dans le pendule Grablovitz à $2^h 6^m 30^s$. Fin du mouvement à $4^h 7^m$.

Les pendules sont restés encore un peu agités.

M. **Charles Joly** adresse un mémoire intitulé : *Phénomènes sismiques inconnus.*

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

(1) Pour les dérivés nitrés solides à la température ordinaire, il faut maintenir le mélange au voisinage de leur température de fusion.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 MAI 1906,

PRÉSIDENCE DE M. A. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

MÉCANIQUE. — *Sur un effet singulier du frottement.* Note de M. **E. Guyou**.

Dans une brochure qui a été adressée par son auteur à plusieurs membres de l'Académie, M. de Saintignon rend compte d'une expérience au cours de laquelle il a constaté certaines particularités qui, au premier abord, ont semblé paradoxales. En réalité ces particularités s'expliquent aisément, mais l'expérience n'en est pas moins intéressante à analyser à cause de la manière singulière dont se manifeste l'influence du frottement.

Voici en quoi consiste cette expérience. Un globe de verre sensiblement sphérique et rempli d'eau, dans lequel on a introduit une certaine quantité d'une substance solide réduite en particules très petites, est animé d'une rotation très rapide autour d'un de ses diamètres, environ 800 tours par minute. Si la substance introduite est moins dense que l'eau, ses particules viennent se rassembler le long de l'axe de rotation ; si elle est plus dense, elles se rassemblent suivant les contours de deux parallèles équidistants de l'équateur; dans le cas de la poussière de charbon, ces deux cercles sont situés à environ trente degrés de part et d'autre de l'équateur. C'est ce résultat qui a semblé paradoxal.

Pour l'expliquer, on peut considérer le problème à partir de l'instant où le liquide et les particules qu'il contient, entraînés par le frottement des parois, ont pris une vitesse sensiblement égale à la vitesse du globe, c'est-à-dire où, relativement à des axes entraînés avec le globe, les vitesses et les accélérations du liquide et des particules sont négligeables respectivement par rapport à la vitesse d'entraînement et à l'accélération de la pesanteur. On

peut aisément s'assurer que, avec la vitesse de rotation appliquée, l'accélération de la pesanteur devient elle-même négligeable par rapport à l'accélération centripète à partir d'une distance de deux ou trois centimètres de l'axe.

On peut alors, dans l'étude du mouvement relatif des particules, négliger la pesanteur et l'accélération centrifuge composée et ne tenir compte que de la force centrifuge et de la poussée du liquide; or cette dernière, à l'approximation considérée, est égale et contraire à la force centrifuge d'un même volume de liquide. Ces deux forces sont dirigées suivant le rayon du parallèle correspondant, et leur résultante est centrifuge si la substance est plus dense que l'eau, et centripète dans le cas contraire.

Les particules plus denses que l'eau sont donc entraînées vers les parois du globe, et, lorsqu'elles les atteignent, elles y sont pressées par une force perpendiculaire à l'axe de rotation et, par suite, oblique aux parois.

L'angle que forme la normale à la paroi avec la force qui presse la particule est égal à l'angle du rayon correspondant avec l'équateur; on peut l'appeler la latitude de la particule. Il est clair que si la particule atteint les parois par une latitude plus grande que l'angle de frottement f correspondant aux conditions de l'expérience, elle glissera vers l'équateur; si la latitude est plus petite que f ou lui est égale, la particule restera appliquée au point où elle aura atteint la surface.

On voit par conséquent que, si l'on divise la sphère en trois segments situés l'un entre les deux parallèles de latitude f, et les deux autres en dehors de ces parallèles, toutes les particules comprises dans le premier segment viendront s'appliquer sur la paroi correspondante de la sphère et y resteront; celles des deux autres segments au contraire viendront se rassembler sur les cercles de latitude f.

L'observateur verra donc deux cercles noirs séparés par une zone un peu brouillée et deux calottes sphériques très limpides de part et d'autre de cette zone.

Cette expérience fournit ainsi un moyen assez imprévu de mesurer l'angle de frottement de certaines substances dans certaines conditions.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Influence des vitesses sur la loi de déformation des métaux.* Note de MM. **P. Vieille** et **R. Liouville.**

L'artillerie utilise, pour la mesure des pressions dans les bouches à feu, des manomètres dans lesquels un piston léger est soumis, d'une part, aux pressions rapidement variables qu'on se propose d'évaluer, et de l'autre, à une résistance antagoniste opposée par un petit cylindre de cuivre dont l'écrasement fait équilibre à chaque instant à la pression motrice.

Les masses mises en mouvement sont assez faibles pour que les forces d'inertie, qu'on peut d'ailleurs évaluer par l'inscription du mouvement, soient entièrement négligeables. Ces forces n'atteignent pas dans les conditions usuelles 1/1000 des pressions à évaluer.

La précision des mesures dépend donc uniquement de l'évaluation correcte des résistances opposées par le cylindre, pour chaque valeur de son écrasement, dans les conditions mêmes de l'emploi balistique; à défaut de cette loi spéciale, on obtient facilement une loi de résistance statique par des expériences dites de tarage, dans lesquelles le cylindre est écrasé sous des vitesses très faibles, de quelques dixièmes de millimètre par seconde, correspondant à une vitesse d'accroissement de la pression de quelques centaines de kilogrammes par seconde, tandis que dans les conditions balistiques le cylindre est écrasé avec des vitesses mille ou dix mille fois plus grandes, c'est-à-dire de l'ordre du mètre.

Les efforts des expérimentateurs ont porté depuis de nombreuses années sur l'étude des modifications que la vitesse pouvait introduire dans la loi de résistance statique donnée par les expériences de tarage. Parmi les travaux effectués en France, il suffira de rappeler les recherches de M. Charpy et de MM. Galy-Aché et Charbonnier. Un point de grande importance a été mis hors de doute par MM. Galy-Aché et Charbonnier : Un cylindre, soumis à un écrasement rapide, possède, après que sa température est revenue à la valeur primitive, une résistance supérieure à celle d'un cylindre amené, par une action lente, à la même forme et au même écrasement final.

Cette observation établit sans conteste une influence des vitesses; elle implique en outre, pour l'expression de la loi de résistance du crusher, une conséquence qui ne paraît pas avoir été aperçue. Il en résulte en effet qu'aucune fonction de l'écrasement ε et de la vitesse ε' de cet écrasement,

ne peut servir à représenter la résistance R ; dR, exprimée au moyen de $d\varepsilon$ et $d\varepsilon'$, ne peut être une différentielle exacte.

On doit envisager l'influence des vitesses sur la résistance principalement dans deux catégories d'applications balistiques : la mesure des pressions maxima ou finales et la loi de développement des pressions.

Dans la première application, la résistance finale est obtenue sous une vitesse d'écrasement nulle.

Dans la seconde, c'est la résistance du cylindre en vitesse d'écrasement qu'il faut connaître à chaque instant.

Pour les pressions maxima, des expériences anciennes ont montré qu'il a proportionnalité approchée des indications de la table manométrique et des pressions réelles. Pour passer des nombres de la table aux valeurs absolues, MM. Galy-Aché et Charbonnier proposaient une correction d'environ 5,5 p. 100. Une modification de cette nature n'a pas de conséquence grave dans les recherches où les pressions maxima sont seules en cause.

Au contraire, sur la déformation de la loi de développement des pressions une grande incertitude subsistait. Les auteurs considéraient la correction applicable aux pressions finales, comme le résidu de modifications beaucoup plus importantes et sans doute supérieures à 20 p. 100, dont il faudrait affecter les pressions de tarage correspondant aux tracés pour en conclure les résistances réelles, à chaque instant.

Nous avons cherché à obtenir une évaluation directe de ces résistances par une méthode d'opposition appliquée dans les conditions mêmes du fonctionnement balistique.

Les données nouvelles ainsi obtenues, rapprochées de toutes celles que faisaient connaître les expériences antérieures, conduisent à une expression générale de dR en fonction de $d\varepsilon$ et $d\varepsilon'$, qui rend compte avec une approximation satisfaisante des particularités observées dans l'emploi balistique des manomètres à écrasement.

L'exposé de ces résultats fera l'objet d'une communication ultérieure.

PHYSIQUE. — *Les basses températures et l'analyse chimique.* Note de MM. **d'Arsonval** et **Bordas**.

Il est inutile d'insister sur l'avantage que présente l'emploi des basses températures pour la séparation des corps soit par solidification, soit par vaporisation.

Il suffit pour cela de choisir convenablement l'écart entre les températures suivant la nature des corps à séparer. La constance des basses températures peut d'ailleurs être obtenue par des moyens simples [1].

Nous nous bornerons dans la présente note à indiquer comment on peut, en quelques minutes, distiller des liquides alcooliques, dessécher des substances facilement altérables, recueillir des produits volatils, etc. — On constitue une alambic rudimentaire en réunissant deux récipients en verre de forme et de volume appropriés par un tube en T muni d'un robinet.

Un des récipients constituant la chaudière contient le mélange à séparer; le second récipient constitue le réfrigérant.

On fait préalablement le vide dans l'appareil avec la trompe ordinaire. Cela fait, on chauffe la chaudière en la trempant dans de l'eau à 15°, par exemple. Le réfrigérant est plongé dans l'air liquide ou simplement dans la neige carbonique mélangée à l'acétone suivant les cas.

Dans l'analyse des vins, par exemple, on obtient en même temps les produits alcooliques d'une part et la matière extractive correspondant à ce que l'on appelle l'extrait dans le vide. — Dans le dessèchement des fécules, des pâtes, des substances albuminoïdes, des graisses, etc... on obtient le produit sec et on recueille en même temps toute l'humidité que l'on peut peser. On a de la sorte un double contrôle. On obtient ainsi en quelques minutes (et sans craindre d'altérer les substances) des analyses qui, par les procédés ordinaires, demandent des jours et même des semaines.

En réglant la température à laquelle on chauffe la chaudière, on règle également la nature du produit distillé.

C'est ainsi qu'en maintenant la chaudière à — 80° et le réfrigérant à — 191°, l'un de nous a pu retirer de l'essence de pétrole un produit volatil qui ne se congèle pas à — 200° [2].

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches sur la saccharification diastasique.* Note de MM. **L. Maquenne** et **Eug. Roux**.

Dans une précédente communication [3] nous avons fait voir que la sac-

---

(1) Voir d'Arsonval, *Comptes rendus*, 1881, 9 décembre 1901, p. 980 et 1902.

(2) D'Arsonval, *Société internationale des Électriciens*, mars 1902.

(3) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 124.

charification de l'empois est accélérée par l'addition d'une quantité convenable d'acide fort, dont nous avons donné la mesure approximative.

Dans le présent travail, en vue de tirer de ces premières recherches de nouvelles indications sur la nature de l'empois et l'état de l'amylase dans le malt, nous avons spécialement étudié l'influence qu'exerce la même addition sur la production du maltose aux différentes phases de la saccharification, c'est-à-dire dans ses rapports avec le temps.

I. *Influence du temps sur la production du maltose.* — Les expériences qui suivent ont été effectuées rigoureusement dans les mêmes conditions de température (50°) avec le même amidon et le même malt. Elles ont porté chacune sur 1 gramme d'amidon, pesé à l'état normal, gélifié dans 50^{cc} d'eau distillée, à 100°, puis additionné de 5^{cc} d'extrait de malt à 10 p. 100 et de 8 gouttes de toluène comme antiseptique. Au début on y ajoutait en outre une quantité connue d'acide sulfurique au vingtième normal; à la fin on amenait le volume à 100^{cc} et on dosait le maltose formé sur 10^{cc} de la liqueur par la méthode au sulfate ferrique de Mohr. On opérait de même sur l'extrait de malt maintenu seul à 50°, enfin on déterminait par hydrolyse sulfurique la quantité exacte de matière amylacée contenue à la fois dans les empois liquéfiés et dans l'extrait de malt pour établir les bases du calcul, ainsi que la grandeur des corrections d'usage.

On est ainsi arrivé aux résultats suivants :

ALCALINITÉ EN MILLIGRAMMES DE KOH	MALTOSE ANHYDRE POUR 100 D'AMIDON SEC					
	FÉCULE			AMIDON DE POIS		
par litre	22,9 (norm.)	7,6 (op.)	0,0 (neut.)	17,8 (norm.)	7,6 (op.)	0,0 (neut.)
Après 5 minutes.	66,7	70,4	67,6	64,0	71,7	71,2
— 15 —	74,9	77,3	76,9	76,4	78,4	78,2
— 30 —	76,9	79,2	80,1	79,0	79,9	80,5
— 2 heures	81,1	85,1	84,8	82,5	83,0	85,8
— 5 —	83,3	90,3	88,2	83,7	88,0	88,3
— 9 —	84,9	93,5	90,2	85,6	90,4	90,2
— 15 —	87,0	95,5	90,0	88,1	94,1	92,1
— 24 —	89,8	97,2	91,8	91,2	96,5	94,7
— 32 —	93,3	98,2	91,0	92,6	98,2	94,7
— 48 —	95,9	99,3	94,1	96,3	100,0	96,0
— 72 —	97,4	99,2	94,1	97,8	100,5	94,9
— 96 —	97,9	99,2	95,2	98,3	100,5	94,9

ALCALINITÉ EN MILLIGRAMMES DE KOH par litre	MALTOSE ANHYDRE POUR 100 D'AMIDON DE RIZ SEC			
	148 (norm.)	71	10,2 (op.)	0,0 (neut.)
Après 5 minutes	38,0	60,3	58,8	56,7
— 15 —	60,1	70,1	71,6	70,0
— 30 —	64,6	72,4	76,3	74,7
— 2 heures	68,2	78,5	84,0	83,0
— 5 —	69,2	81,1	89,8	85,5
— 9 —	70,0	81,6	93,3	87,6
— 15 —	72,2	85,6	95,9	90,4
— 24 —	75,3	88,3	97,6	92,1
— 32 —	»	88,3	97,8	91,9
— 48 —	77,3	93,6	98,2	91,5
— 72 —	80,7	95,1	98,5	92,2
— 96 —	81,1	95,7	98,8	92,5

Il ressort de ces chiffres, ainsi que de beaucoup d'autres qu'il nous est impossible de rapporter ici, que la réaction optima reconnue par nous la plus favorable à la dextrinification de l'empois est aussi celle qui donne avec le temps la plus grande quantité de maltose. Il peut arriver qu'au début un liquide neutre donne plus de maltose qu'un liquide à réaction alcaline optima, mais toujours on y voit la saccharification s'arrêter plus tôt et rester finalement en retard sur l'autre. Cet effet est déjà visible dans les tableaux précédents relatifs à l'amidon de pois, il est surtout net quand on opère avec une dose massive de malt.

Le tableau suivant donne les résultats fournis par d'autres expériences, dans lesquelles on a fait agir 10^{cc} d'extrait de malt (au lieu de 5 seulement), à 50^{o}, sur 1^{gr} d'amidon gélifié dans 50^{cc} d'eau.

ALCALINITÉ EN MILLIGRAMMES DE KOH par litre	MALTOSE ANHYDRE POUR 100 D'AMIDON SEC					
	FÉCULE			AMIDON DE POIS		
	35 (norm.)	14 (opt.)	0,0 (neut.)	30 (norm.)	14 (opt.)	0,0 (neut.)
Après 30 minutes	75,2	79,1	80,8	80,2	82,8	85,7
— 2 heures 30	78,0	84,7	88,1	84,0	88,9	92,2
— 6 — 30	81,8	95,3	95,3	86,4	95,6	97,9
— 24 —	95,8	99,8	97,5	90,5	101,3	98,3

Nous verrons bientôt que ces phénomènes, d'apparence si complexes, comportent une explication remarquablement simple.

Remarquons d'abord que, même sans autre addition qu'un antiseptique neutre, la saccharification n'est aucunement limitée comme on le croyait autrefois, puisqu'elle peut fournir un poids de maltose voisin de celui de l'amidon : l'arrêt absolu que l'on avait cru reconnaître au moment où l'empois est saccharifié aux trois quarts n'est donc qu'une légende, dont l'origine fut sans doute le désir de faire concorder l'expérience, arrêtée juste au moment opportun, avec telle ou telle équation chimique plus ou moins vraisemblable.

L'examen des courbes représentatives de ces phénomènes est fort intéressant : il montre avec évidence que la réaction, pour chaque série et surtout celles qui correspondent aux liqueurs alcalines, s'accomplit en deux phases distinctes, caractérisées par des courbes d'allure essentiellement différente, qui se raccordent brusquement : la première, qui affecte 70 à 85 p. 100 de l'amidon employé, se confond presque avec l'axe des ordonnées, témoignant ainsi d'une rapidité extrême de la saccharification au début ; la seconde, capable d'atteindre encore 15 p. 100 de l'amidon total, ne s'élève qu'avec lenteur, d'un mouvement continu qui se poursuit pendant plusieurs jours. Il est impossible de ne pas voir là deux actions simultanées de l'amylase, l'une rapide et l'autre progressive, qui reste la seule apparente lorsque la première est complètement épuisée.

Ces faits ont été maintes fois entrevus sans que jamais on leur ait accordé la moindre importance : pour nous ils paraissent démontrer d'une façon irréfutable l'existence dans l'amidon brut de deux matières inégalement sensibles à l'action de l'amylase, et comme l'amylase pure est très rapidement saccharifiée, il est naturel d'admettre que la partie la plus réfractaire de l'empois répond à ce que nous avons appelé provisoirement amylopectine ou mucilage d'amidon. Sur la foi des auteurs qui limitent à 80 ou 85 la quantité de maltose fournie par 100 d'amidon sec, nous avions admis que cette substance n'est pas saccharifiable, au sens propre du mot ; la grandeur inattendue des chiffres que nous venons de citer montre que, sous l'action prolongée du malt, elle est aussi transformable en maltose. L'amylopectine est donc, comme ses congénères, une véritable *maltosane*, qui se distingue de l'amylase parce qu'elle est insoluble dans les alcalis, de même que l'amylase se distingue de la dextrine parce qu'elle est insoluble dans l'eau. C'est vraisemblablement le plus haut terme de condensation possible de la matière amylacée.

II. *L'addition d'acide diminue la stabilité de l'amylase.* — Cette proposition ressort déjà de l'examen des courbes dont nous venons de parler; nous avons réussi à la démontrer expérimentalement en mesurant l'activité d'un extrait de malt maintenu pendant 21 ou 42 heures à 56°, avec ou sans addition d'acide, dans les conditions que nous avons appelées *normale*, *optima* et *neutre*. Les saccharifications ont été faites également à 56°, en présence d'une quantité d'acide chlorhydrique telle que toutes les liqueurs se trouvent à l'optimum d'alcalinité, par conséquent dans des conditions rigoureusement identiques.

		MALTOSE P. 100 DE FÉCULE SÈCHE		
Durée de chauffe du malt.		0	21 heures.	42 heures.
Alcalinité initiale du malt en milligr. de KOH par litre.	140 (normale)	97,4	90,4	89,3
	84 (optima)	97,4	90,4	78,8
	56	97,4	77,5	26,6
	28	97,4	19,0	0,0
	0 (neutre)	97,4	0,0	0,0

La neutralité de l'amylase est décidément défavorable à sa conservation, et c'est pourquoi la saccharification en milieu neutre, parfois plus active qu'en milieu d'alcalinité optima, au début, s'arrête plus vite et ne donne jamais le maximum de maltose.

III. *État probable de l'amylase dans le malt.* — Nous venons de voir qu'une addition progressive d'acide fort à un empois en voie de saccharification a pour résultat d'activer, puis d'arrêter la production du maltose. Le premier effet ne peut guère tenir qu'à un accroissement de la quantité d'amylase existant à l'état libre dans la liqueur; le second est dû, comme nous venons de le démontrer, à la destruction de l'enzyme, devenue plus active. Les choses se passent donc comme si l'acide sulfurique attaquait un sel dont l'acide est instable, d'où il suit que, dans le malt, l'amylase est probablement engagée en combinaison avec les matières basiques, minérales ou aminées, qui l'accompagnent, formant avec elles une sorte de substance zymogène partiellement dissociée, mais plus stable que l'amylase elle-même. L'amidon, par sa fonction acide, récemment établie par M. Demoussy (1), est peut-être capable de rompre à lui seul cet état

(1) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 933.

d'équilibre qui, dans le malt, a pour effet de protéger l'amylase contre une destruction trop rapide.

Il n'y a pas lieu de s'étonner qu'un faible changement dans la réaction du milieu exerce une pareille influence sur l'activité du malt, car le poids moléculaire de l'amylase est vraisemblablement plusieurs centaines de fois supérieur à celui de l'acide sulfurique, en sorte qu'une acidulation en apparence insignifiante peut correspondre à un enrichissement considérable du liquide en principe actif.

L'amylase étant instable par nature on s'explique alors pourquoi il est nécessaire, quand on cherche à obtenir le maximum de rendement en maltose, de maintenir les liqueurs dans un certain état d'alcalinité, que l'expérience nous a montré, en présence d'hélianthine, être égal environ aux deux tiers de l'alcalinité naturelle du malt.

Ces considérations ne sont d'ailleurs valables que pour un malt normal et très actif; les malts faibles, ainsi que nous l'avons reconnu expressément, sont, à dose égale, beaucoup moins sensibles à l'influence d'une saturation partielle et n'arrivent que difficilement à fournir 90 p. 100 de maltose.

IV. *Changements de réaction spontanés du malt.* — On sait, d'après Effront [1], puis Ford et Guthrie [2], que les amino-acides favorisent la saccharification diastasique en diminuant l'alcalinité du milieu. Or, ces composés, susceptibles de s'unir aussi bien aux bases qu'aux acides, prennent naissance pendant la saccharification même, par protéolyse des albuminoïdes contenus dans le malt, et par suite doivent influencer la réaction du mélange. L'examen attentif d'un grand nombre de liqueurs, rendues aseptiques par addition de toluène, nous a montré que généralement cette réaction, quel que soit le sens dans lequel on l'ait modifiée au début, tend à se rapprocher de celle que possède le malt pur; en d'autres termes le liquide s'acidifie ou s'alcalinise suivant qu'à l'origine il était plus ou moins fortement basique. L'effet, déjà appréciable sur les fécules de pommes de terre ou de manioc, est des plus manifestes avec l'amidon de riz, naturellement très alcalin.

Le tableau suivant donne, en milligrammes de potasse par litre de mélange, l'alcalinité observée au début et à la fin de la saccharification

(1) *Comptes rendus*, t. CXV, 1892, p. 1324.
(2) *Journ. Chem. Soc.*, t. LXXXIX, 1906, p. 76.

(4 heures à 56° et 18 heures à la température ordinaire), dans trois liqueurs renfermant chacune 2gr d'amidon de riz lavé pour 60cc et amenées à l'origine, par addition d'acide chlorhydrique dilué, aux réactions normale, optima et neutre.

		10cc malt.	20cc malt.
Réaction normale.	Début	98	118
	Fin	60	60
Réaction optima.	Début	14	28
	Fin	20	28
Réaction neutre.	Début	0	0
	Fin	12	8

Ces modifications spontanées témoignent d'une tendance naturelle du malt à rétablir l'équilibre de ses composants lorsque celui-ci a été momentanément rompu; elles interviennent sans aucun doute dans les phénomènes de saccharification, en provoquant une sorte d'auto-excitation de l'amylase, qui se trouve ainsi sous la dépendance directe des diastases protéolyques. Remarquons cependant que, vers 50°, l'effet en question doit rester assez faible, car il ne se manifeste que tardivement, alors que l'amylase a déjà perdu, sous la seule action de la chaleur, une partie de son activité.

MÉDECINE. — *Sur trois virus de trypanosomiase humaine de provenances différentes.* Note de M. **A. Laveran.**

J'ai fait des recherches comparatives avec des échantillons de trypanosomes recueillis chez l'homme dans les conditions qui suivent.

1° Trypanosome trouvé par Dutton en Gambie dans le sang d'un sujet ne présentant pas les signes de la maladie du sommeil. Ce virus qui avait subi une série de passages par rats m'a été apporté au mois de novembre 1903 par M. le Dr Annett.

2° Trypanosome provenant d'un sujet atteint de maladie du sommeil dans l'Ouganda ; ce virus m'a été envoyé par M. le Dr D. Bruce.

3° Trypanosome recueilli dans le sang d'un missionnaire qui avait contracté la maladie du sommeil dans la région de l'Oubanghi (1).

(1) A. Laveran, *Rapport sur un travail de MM. L. Martin et J. Girard, intitulé: Sur un cas de trypanosomiase chez un blanc* (*Acad. de médecine*, 25 avril 1905.)

Des doutes ont été émis, à plusieurs reprises, sur l'identité des trypanosomes trouvés chez l'homme dans les différentes régions de l'Afrique, l'étude de ces trois virus provenant de contrées très éloignées les unes des autres présentait donc un réel intérêt [1].

Au point de vue morphologique, je n'ai noté aucune différence entre les trypanosomes des trois provenances.

L'expérimentation a porté principalement sur les cobayes, les rats et les souris.

1° Trypanosome de Gambie. — A. *Cobayes.* — Tous les cobayes inoculés (au nombre de 29) se sont infectés ; les inoculations ont été faites presque toujours dans le péritoine.

Durée moyenne de l'incubation : 26 jours (de 9 à 60 jours).

Durée moyenne de la maladie : 100 jours (maximum : 198 jours ; minimum : 52 jours).

La durée moyenne de la maladie a été en diminuant à mesure que les passages par cobaye se multipliaient ; durée pour le 1er passage : 154 jours ; du 2e au 5e passages : 100 jours ; du 6e au 9e : 75 jours.

L'infection procède par poussées successives ; les trypanosomes sont en général nombreux dans le sang à la période finale.

La maladie s'est toujours terminée par la mort.

Poids moyen des cobayes : 409 gr ; poids moyen de la rate : 4gr,10 (maximum : 9gr et 11 gr). Chez 3 cobayes la rate très volumineuse présentait des déchirures et un abondant épanchement de sang s'était produit dans le péritoine. La périsplénite a été notée plusieurs fois.

B. *Rats.* — Les expériences ont porté sur 31 rats. Un rat inoculé 2 fois ne s'est pas infecté. Plusieurs rats, qui ne s'étaient pas infectés lors d'une première inoculation, se sont infectés à la suite d'une seconde. Les jeunes rats sont plus sensibles que les adultes et les inoculations intra-péritonéales réussissent mieux que celles qui sont faites sous la peau.

Durée moyenne de l'incubation : 13 jours (maximum : 35 jours ; minimum : 5 jours).

La maladie procède par poussées successives ; les trypanosomes disparaissent quelquefois du sang (à l'examen histologique) pendant des périodes assez longues ; au moment de la mort, les trypanosomes sont généralement nombreux dans le sang. Tous les rats infectés et non traités sont morts.

Durée moyenne de la maladie : 62 jours (maximum : 127 jours ; minimum : 19 jours).

Poids moyen des rats : 143gr. Poids moyen de la rate : 3gr,38 (maximum : 7 gr deux fois, 10gr une fois ; minimum 1gr, chez un rat de 62gr, mort en 56 jours). La rate est en général d'autant plus grosse que la durée de la maladie a été plus longue.

C. *Souris.* — 2 souris sur 11 ont été inoculées deux fois sans résultat.

---

(1) J'ai comparé déjà les virus de Gambie et de l'Ouganda, *Comptes rendus*, séance du 1904 5 avril.

Chez les souris qui se sont infectées, la durée moyenne de l'incubation a été de 13 jours (maximum : 34 jours; minimum : 5 jours).

3 souris ont eu des infections légères qui se sont terminées spontanément par guérison.

La durée moyenne de la maladie a été de 57 jours (maximum : 72 jours ; minimum : 43).

Poids moyen du corps : 21gr ; poids moyen de la rate: 1gr,10.

2° Trypanosome de l'Ouganda. — A. *Cobayes.* — Tous les cobayes inoculés, au nombre de 28, se sont infectés. Les inoculations ont été faites dans le péritoine.

Durée moyenne de l'incubation : 16 jours (maximum : 27 jours; minimum : 11).

Durée moyenne de la maladie : 81 jours (maximum : 142 jours; minimum : 31.) Durée de la maladie de 1er passage par cobaye : 123 jours ; de 2e, 3e et 4e passages : 79 jours ; de 5e et 6e passages : 66 jours.

L'infection procède par poussées successives dans l'intervalle desquelles l'examen histologique du sang peut être négatif. A la dernière période, les trypanosomes sont généralement nombreux dans le sang.

Dans tous les cas la maladie s'est terminée par la mort.

Poids moyen des cobayes : 360 gr ; poids moyen de la rate : 2gr (maximum : 5 et 6gr).

Dans 2 cas il y avait de la péritonite localisée autour de la rate et du foie.

B. *Rats.* — Deux rats (sur 19) ont été inoculés deux et trois fois sans résultat.

Durée moyenne de l'incubation : 11 jours (maximum : 20 jours; minimum : 7).

Durée moyenne de la maladie : 77 jours (maximum : 132 jours; minimum : 25).

Deux rats ont eu des infections légères après inoculation sur singe et ont guéri spontanément. L'infection procède par poussées successives. Au moment de la mort, les trypanosomes sont généralement nombreux dans le sang.

Sur 14 rats, du poids moyen de 139 gr, le poids moyen de la rate a été de 2gr,58 (maximum : 4 gr; minimum : 1 gr).

C. *Souris.* — Incubation : 8 à 20 jours. Deux souris, sur quatre, ont eu des infections légères suivies de guérison spontanée. La durée de la maladie chez les deux autres souris a été de 153 et de 216 jours. Une souris de 18gr morte de trypanosomiase avait une rate du poids de 4gr,50.

L'infection procède par poussées dans l'intervalle desquelles l'examen histologique du sang est souvent négatif.

3° Trypanosome de l'Oubanghi. — A. *Cobayes.* — Tous les cobayes inoculés, au nombre de 17, se sont infectés. Les inoculations ont été faites dans la cavité péritonéale.

Durée moyenne de l'incubation : 20 jours (maximum : 33 jours; minimum : 12.)

Durée moyenne de la maladie : 100 jours (maximum : 161 jours; minimum : 56). Durée moyenne des infections de 1er passage par cobaye : 147 jours, des infections de 2e, 3e et 4e passages : 92 jours.

Infection par poussées successives, terminée dans tous les cas par la mort.

Poids moyen des cobayes : 346gr. Poids moyen de la rate : 4gr,53. Dans deux cas la rate pesait 16gr (cobayes de 385 et de 500gr) ; dans un de ces cas, il y avait de la périsplénite. Chez un troisième cobaye, la rate très grosse et très ramollie présentait une large déchirure qui avait déterminé une abondante hémorragie intra-péritonéale.

B. *Rats.* — Durée moyenne de l'incubation : 16 jours (maximum : 38 jours ; minimum : 7).

Deux rats (sur 14) ont été inoculés 2 et 3 fois sans succès ; un troisième rat, inoculé 2 fois sans succès, a présenté, à la suite d'une troisième inoculation, une infection légère dont il a guéri spontanément.

Durée moyenne de la maladie : 81 jours (maximum : 209 jours ; minimum : 34). Les jeunes rats s'infectent plus facilement et plus fortement que les adultes ; les durées les plus courtes ont été observées chez des ratons de 55 et de 67^{gr}.

L'infection procède par poussées, l'examen histologique du sang est souvent négatif dans l'intervalle des poussées ; les trypanosomes sont en général nombreux dans le sang au moment de la mort.

Un seul rat a présenté, au cours de son infection, une paralysie très marquée du train postérieur qui a duré deux mois ; cette paralysie avait disparu au moment de la mort.

C. *Souris.* — Six souris sur huit ont été inoculées trois fois sans succès. Chez les deux souris qui se sont infectées, l'incubation a été de 30 et de 45 jours ; la durée de la maladie, de 281 et de 351 jours. Poids du corps des souris : 19 et 20^{gr} ; poids de la rate : 1^{gr} et $1^{gr},50$.

La comparaison des résultats obtenus chez les cobayes, les rats et les souris avec les trois virus ne révèle que de faibles différences. Le trypanosome de Gambie s'est montré un peu plus actif sur les rats et les souris que les trypanosomes de l'Ouganda et de l'Oubanghi. Il résulte des faits publiés par d'autres observateurs que la virulence de *Trypan. gambiense* pour les souris peut varier dans des limites encore plus grandes.

Les observations que j'ai faites sur d'autres espèces animales (lapins, chiens, singes) permettent de conclure, comme celles qui sont résumées plus haut, que les trois virus mis en expérience appartiennent à la même espèce. Dutton et Todd [1], Thomas et Linton [2], Thomas et Breinl [3] qui ont comparé également des virus de trypanosomiase humaine de différentes provenances sont arrivés de même à conclure à l'unité de l'agent pathogène.

Les animaux guéris d'une infection par *Trypan. gambiense* n'ont pas toujours l'immunité, on n'a donc pas la ressource de voir si les trypano-

---

[1] J.-E. DUTTON, J.-L. TODD et C. CHRISTY, *Liverpool School of trop. med., Mém. XIII*, Liverpool, 1904.

[2] H.-W. THOMAS et S. F. LINTON, *Lancet*, 14 mai 1904.

[3] H.-W. THOMAS et A. BREINL, *Liverpool School of trop. med. Mém. XVI*, Liverpool, 1905.

somes des différentes origines se vaccinent ou non; l'expérience est du moins plus difficile que pour d'autres trypanosomiases [1].

Le Dr Plimmer a avancé que le trypanosome de la maladie du sommeil déterminait, chez les rats, des paraplégies qui faisaient défaut dans l'infection produite avec le trypanosome de la fièvre de Gambie [2]. On a vu plus haut qu'un seul rat, infecté par le trypanosome de l'Ouganda, a présenté de la paralysie du train postérieur, paralysie qui avait disparu au moment de la mort et qui était due probablement à une cause accidentelle.

MÉCANIQUE. — *Centres de gravité de systèmes discontinus*, par M. **Haton de la Goupillière.**

1. M. Laisant a fait connaître, par une élégante méthode fondée sur des considérations de symétrie [3], le centre de gravité du système des nombres qui constituent la graduation *totale* d'un limbe circulaire. J'ai eu la curiosité d'envisager le problème dans toute sa généralité, en l'étendant d'ailleurs à d'autres questions.

Adoptons comme unité de longueur le rayon du cercle, et comme unité de masse celle qui est déposée sur la *division un*. Tirons un rayon à la *division zéro*, en le prenant pour axe des abscisses, et lui associant comme axe des ordonnées un rayon perpendiculaire dirigé dans le sens croissant des nombres. Je désigne par 2α la longueur de l'arc qui sépare les nombres consécutifs.

La division k occupe l'extrémité de l'arc $2k\alpha$. Elle renferme la masse k, et ses coordonnées sont $\cos 2k\alpha$ et $\sin 2k\alpha$. La masse totale m de l'arc arbitraire qui s'étend entre les divisions p et q inclusivement sera la somme des nombres consécutifs de p à q, à savoir

$$m = \frac{q(q+1) - p(p-1)}{2}, \tag{1}$$

et les coordonnées de son centre de gravité seront déterminées par les

(1) Quelques observations favorables à l'identité des virus de Gambie et de l'Ouganda ont été faites par cette méthode. A. Laveran, *Comptes rendus*, séance du 5 avril 1904.

(2) H.-G. Plimmer, *Proceed. Roy. Soc.*, 24 février 1905.

(3) *Bulletin de la Société philomathique de France*, 8e série, tome V, pages 61 à 63.

formules

$$(2) \qquad mX = M = \sum_p^q k \cos 2k\,\alpha, \qquad mY = M' = \sum_p^q k \sin 2k\,\alpha,$$

en appelant M et M′ les moments relatifs aux axes des ordonnées et des abscisses.

2. Nous en rattacherons l'évaluation à la recherche des sommes S et S′ des ordonnées et des abscisses des diverses masses

$$(3) \qquad S = \sum_p^q \sin 2k\alpha, \qquad S' = \sum_p^q \cos 2k\alpha,$$

envisagées comme des fonctions d'une variable α. On a en effet à ce point de vue

$$(4) \qquad M = \frac{1}{2}\frac{dS}{d\alpha}, \qquad M' = -\frac{1}{2}\frac{dS'}{d\alpha}.$$

Pour déterminer les valeurs de ces suites, écrivons (en désignant suivant l'usage par i l'imaginaire $\sqrt{-1}$)

$$S' + Si = \sum_p^q (\cos 2k\alpha + i \sin 2k\alpha) = \sum_p^q e^{2ik\alpha},$$

progression géométrique qui a pour somme

$$e^{2ip\alpha} \sum_0^{q-p} e^{2ik\alpha} = e^{2ip\alpha}\, \frac{e^{2(q-p+1)i\alpha} - 1}{e^{2i\alpha} - 1}$$

$$= \frac{\left[e^{2(q+1)i\alpha} - e^{2ip\alpha}\right] e^{-i\alpha}}{e^{i\alpha} - e^{-i\alpha}} = \frac{e^{(2q+1)i\alpha} - e^{(2p-1)i\alpha}}{2i \sin\alpha}$$

$$= -\frac{i}{2\sin\alpha}\left\{\left[\cos(2q+1)\alpha + i\sin(2q+1)\alpha\right] - \left[\cos(2p-1)\alpha + i\sin(2p-1)\alpha\right]\right\}.$$

Il vient donc en égalant séparément les parties réelles ou imaginaires

$$(5) \qquad 2S = \frac{\cos(2p-1)\alpha - \cos(2q+1)\alpha}{\sin\alpha}, \qquad 2S' = \frac{\sin(2q+1)\alpha - \sin(2p-1)\alpha}{\sin\alpha}.$$

3. On déduit de là en différentiant

$$2\frac{dS}{d\alpha}\sin^2\alpha = \sin\alpha\left[-(2p-1)\sin(2p-1)\alpha + (2q+1)\sin(2q+1)\alpha\right]$$

$$- \cos\alpha \left[\cos(2p-1)\alpha - \cos(2q+1)\alpha\right],$$
$$= 2\sin\alpha\left[-p\sin(2p-1)\alpha + q\sin(2q+1)\alpha\right]$$
$$+ \sin\alpha\sin(2p-1)\alpha - \cos\alpha\cos(2p-1)\alpha$$
$$+ \sin\alpha\sin(2q+1)\alpha + \cos\alpha\cos(2q+1)\alpha.$$

Mais la seconde ligne se réduit à $-\cos 2p\alpha$, et la troisième à $\cos 2q\alpha$. Comme d'ailleurs l'ensemble de ces deux termes peut prendre la forme $2\sin(p+q)\alpha\sin(p-q)\alpha$, il vient en reportant cette valeur de $\frac{dS}{d\alpha}$ dans celle de X

$$(6)\quad X = \frac{\sin\alpha\left[q\sin(2q+1)\alpha - p\sin(2p-1)\alpha\right] + \sin(p+q)\alpha\sin(p-q)\alpha}{\left[q(q+1)-p(p-1)\right]\sin^2\alpha},$$

et, par une marche semblable

$$(7)\quad Y = \frac{\sin\alpha\left[q\cos(2q+1)\alpha - p\cos(2p-1)\alpha\right] + \cos(p+q)\alpha\sin(p-q)\alpha}{\left[q(q+1)-p(p-1)\right]\sin^2\alpha}.$$

4. Ces formules générales se simplifient lorsque l'on s'attache spécialement à des arcs partant du zéro pour aboutir à un point q quelconque. Il suffit à cet égard de supposer $p = 1$, et l'on trouve après quelques réductions

$$(8)\quad \begin{cases} x = \dfrac{q\sin\alpha\sin(2q+1)\alpha - \sin^2 q\alpha}{q(q+1)\sin^2\alpha}, \\ y = \dfrac{-q\sin\alpha\cos(2q+1)\alpha + \sin q\alpha\cos q\alpha}{q(q+1)\sin^2\alpha}. \end{cases}$$

Dans tout ce qui précède, l'arc 2α reste quelconque. L'idée la plus naturelle est certainement d'adopter pour sa valeur une partie aliquote assez petite du cercle, mais on peut tout aussi bien la supposer très notable, ou ne fermant la graduation au zéro qu'après plusieurs tours. On peut même employer un rapport incommensurable de 2π à 2α, soit algébrique (comme si l'on prenait $\alpha = \frac{\pi}{\sqrt{2}}$), soit transcendant (comme avec $\frac{\pi}{e}$). A cet égard nos équations sont complètement générales.

5. Attachons-nous toutefois à la conception la plus simple, dans laquelle la circonférence se trouve partagée en n parties égales

$$2\alpha = \frac{2\pi}{n}, \qquad n\alpha = \pi,$$

et envisageons la graduation *complète*, qui revient aboutir au zéro pour y déposer une dernière masse égale à n.

On obtient alors, en supposant $q = n$ dans les valeurs de x et y (8)

(9) $$\xi = \frac{1}{n+1}, \qquad \eta = -\frac{1}{n+1} \operatorname{cotang} \frac{\pi}{n}.$$

Nous retrouvons ainsi les formules de M. Laisant.

Si par exemple on considère la graduation en degrés sexagésimaux, le centre de gravité se trouvera sur le rayon de 270° 30′, à une hauteur de $\frac{1}{361}$ au-dessus de celui de 270°.

Nos formules permettent en outre, au lieu d'une graduation ordinaire d'un seul tour, d'envisager l'ensemble de N révolutions. On trouve, pour ce cas plus étendu, des expressions tout aussi simples

(10) $$\xi' = \frac{1}{Nn+1}, \qquad \eta' = \frac{\operatorname{cotang} \frac{\pi}{n}}{Nn+1}.$$

Lorsque N prend des valeurs successives, le centre de gravité se maintient donc toujours sur le même rayon, en se rapprochant du centre de figure à chaque tour, conformément à la formule $\frac{1}{Nn+1} \operatorname{coséc} \frac{\pi}{n}$.

6. On peut donner à ces recherches une assez grande extension. Supposons en effet que l'on range en cercle, non plus les nombres naturels, mais leurs carrés, ou plus généralement leurs puissances paires d'exposant quelconque $2i$. Le moment relatif à l'axe des ordonnées deviendra $\sum_p^q k^{2i} \cos 2k\alpha$, et se déduira des formules (3) et (5) à l'aide de $2i$ différentiations successives

$$\frac{d^{2i} S'}{d\alpha^{2i}} = (-1)^i \, 2^{2i} \sum_p^q k^{2i} \cos 2k\alpha.$$

Le moment $\sum_p^q k^{2i} \sin 2k\alpha$ relatif à l'axe des abscisses s'obtiendra de la même manière à l'aide de S.

Si l'on dispose circulairement les cubes des nombres naturels, ou généralement leurs puissances impaires d'ordre $2j+1$, on aura également

$$\frac{d^{2j+1} S}{d\alpha^{2j+1}} = (-1)^j \, 2^{2j+1} \sum_p^q k^{2j+1} \cos 2k\alpha,$$

pour le moment relatif à l'axe des ordonnées, et d'autre part l'expression correspondante en S′ à l'égard de l'axe des abscisses.

Quant à la masse totale, elle est alors fournie par les formules classiques qui font connaître les sommes de puissances semblables des nombres naturels.

7. Les deux principales théories qui constituent la *Géométrie des masses* sont celles des centres de gravité et des moments d'inertie. Cette dernière trouve également ici son application.

Le moment d'inertie μ d'une graduation simple relatif à l'axe des ordonnées a en effet pour expression :

$$\sum_p^q k \cos^2 2k\alpha,$$

laquelle peut s'écrire

$$2\mu = \sum_p^q k\,(1 + \cos 4k\alpha) = \sum_p^q k + \sum_p^q k \cos 4k\alpha.$$

Le premier terme n'est autre que m (1), et le second M (2 et 4) *dans lequel on aurait changé* α *en* 2α. On obtiendra de la même manière le moment d'inertie relatif à l'axe des abscisses. Quant à la somme des produits des masses respectives par le rectangle de leurs coordonnées, elle a pour expression $\sum_p^q k \sin 2k\alpha \cos 2k\alpha$, c'est-à-dire $\frac{1}{2} \sum_p^\varphi k \sin 4k\alpha$, et se déduit de M′ (2 et 4) à l'aide du même changement de α en 2α.

L'évaluation de ces trois sommes fournit d'ailleurs, d'après les procédés classiques, le moment d'inertie relatif à un axe quelconque, ainsi que la détermination des axes principaux d'inertie.

Une généralisation semblable à la précédente (6) se présente en ce qui concerne les puissances des nombres [1].

8. J'esquisserai encore le problème suivant, afin d'amorcer une question à laquelle je me réserve de donner ultérieurement plus d'extension.

---

[1] J'ajouterai enfin qu'une formule connue (DESBOVES, *Questions de trigonométrie*, 1872, page 115), permettrait une étude analogue pour des chapelets circulaires formés, non plus des puissances (de degré quelconque bien que déterminé) des nombres naturels successifs, mais au contraire des puissances *consécutives* d'une quantité *fixe* arbitraire. Toutefois je m'abstiendrai de développer ici ces nouveaux calculs.

Proposons nous, en revenant à la graduation simple, de faire passer une courbe continue par tous les centres de gravité de ses divers arcs $\theta = 2q\alpha$. Les formules (8) donnent alors

$$x\theta(\theta + 2\alpha)\frac{\sin^2\alpha}{2\alpha} = \theta\sin\alpha\sin(\theta+\alpha) - \alpha(1 - \cos\theta),$$
$$y\theta(\theta + 2\alpha)\frac{\sin^2\alpha}{2\alpha} = -\theta\sin\alpha\cos(\theta+\alpha) + \alpha\sin\theta,$$

ou, en ordonnant par rapport à sin θ et cos θ

$$(11)\quad \begin{cases} \theta\sin\alpha\cos\alpha.\sin\theta + (\alpha + \theta\sin^2\alpha)\cos\theta = \alpha + x\theta(\theta + 2\alpha)\dfrac{\sin^2\alpha}{2\alpha}, \\ (\alpha + \theta\sin^2\alpha)\sin\theta - \theta\sin\alpha\cos\alpha.\cos\theta = y\theta(\theta + 2\alpha)\dfrac{\sin^2\alpha}{2\alpha}. \end{cases}$$

Pour obtenir une solution du problème indéterminé que nous nous sommes posé, il suffit d'éliminer θ entre ces deux équations. Remarquons que les coefficients de sin θ et cos θ sont les mêmes, intervertis comme valeurs et comme signes, d'après le type

$$A\sin\theta + B\cos\theta = C,\qquad B\sin\theta - A\cos\theta = C'.$$

On en déduit :

$$(A^2 + B^2)\sin\theta = AC + BC',\ (A^2 + B^2)\cos\theta = BC - AC',$$

et en ajoutant les carrés

$$(A^2 + B^2)^2 = (AC + BC')^2 + (BC - AC')^2 = (A^2 + B^2)(C^2 + C'^2).$$

Il est permis de supprimer le facteur $A^2 + B^2$, car les conditions simultanées $A = o$, $B = o$ seraient incompatibles en θ. Il nous vient d'après cela cette *résolvante* purement algébrique par rapport à θ

$$(12)\qquad A^2 + B^2 = C^2 + C'^2.$$

$$\theta^2\sin^2\alpha\cos^2\alpha + (\theta\sin^2\alpha + \alpha)^2 = \left[\alpha + x\theta(\theta + 2\alpha)\frac{\sin^2\alpha}{2\alpha}\right]^2 + y^2\theta^2(\theta + 2\alpha^2)\frac{\sin^4\alpha}{4\alpha^2}$$

Elle est du quatrième degré, mais on peut y supprimer les facteurs $\frac{\theta\sin^4\alpha}{4\alpha^2}$ et $\theta + 2\alpha$, qui ne sauraient fournir pour θ de solution acceptable. Il nous reste alors l'équation du second degré

$$\theta^2 + 2\alpha\theta + \left(\frac{2\alpha}{\sin\alpha}\right)^2\frac{x - 1}{x^2 + y^2} = 0.$$

Son dernier terme est négatif, car le centre de gravité restant à l'inté-

rieur du cercle, son abscisse ne saurait dépasser l'unité. Rejetant dès lors la racine négative, qui ne convient pas pour θ, nous n'avons plus qu'à reporter la racine positive dans la seconde des équations (11); mais je ne m'arrête pas à transcrire ce résultat compliqué.

9. Imaginons actuellement que l'on fasse tendre vers zéro l'intervalle 2α, de manière à constituer, à la limite, un fil continu dont la densité varie en raison de sa longueur. Le problème devient dès lors bien déterminé. La résolvante se réduit à

$$\theta = 2\sqrt{\frac{1-x}{x^2+y^2}}.$$

La seconde des égalités (11) se simplifie de son côté, et en y substituant cette valeur l'on obtient l'équation du lieu géométrique des centres de gravité

$$\frac{2(1-x)y}{x^2+y^2} = \sin\left(2\sqrt{\frac{1-x}{x^2+y^2}}\right) - 2\sqrt{\frac{1-x}{x^2+y^2}}\cos\left(2\sqrt{\frac{1-x}{x^2+y^2}}\right).$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel octane, l'hexaméthyléthane* $(H^3C)^3 - C - C - (CH^3)^3$. Note de M. **Louis Henry**.

Cet hydrocarbure intéressant est le produit accessoire de la préparation synthétique de l'alcool pinacolique $(H^3C)^3 - C - CH(OH) - CH^3$ par la réaction de l'aldéhyde acétique $H^3C - CHO$ sur la combinaison de magnésium avec le bromure de butyle tertiaire $(H^3C)^3 - CBr$, dans l'éther. Il se forme évidemment, avant l'introduction de l'aldéhyde, par la réaction du bromure $(H^3C)^3 - C - Br$ sur la combinaison magnésienne de celui-ci $(H^3C)^3 - C - Mg - Br$.

On l'obtiendra sans doute plus facilement, et dans de meilleures conditions de rendement, par la réaction de l'éther bromhydrique de l'hexaméthyléthanol $(H^3C)^3\,C'Br$ sur la solution éthérée du méthylbromure de
$\qquad\qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\qquad (CH^3)^2$
magnésium $CH^3 - Mg - Br$.

L'*hexaméthyléthane* constitue un beau corps solide, cristallisant de sa solution éthérée en lamelles barbelées comme le chlorhydrate ammonique. Il a une odeur piquante, très pénétrante.

Il s'évapore et disparaît rapidement à l'air libre. A 14°, sa tension de vapeur, la pression étant 764^m, est égale à 20^{mm} de mercure.

Il fond à 103-104° en tube capillaire fermé et bout fixe à 106°-107° sous la pression de 765^{m}.

Sa densité de vapeur, dans le tube de Hofmann, a été trouvée égale à 3,93 ; la densité calculée est 3,939.

Je n'ai pas besoin de faire ressortir ce que ce nouvel hydrocarbure présente d'intéressant par son état physique. Il complète la série de « méthylation » double, symétrique, de l'éthane

$H^3C - CH^3$ Eb. — 90°.

$H^3C - CH^2 - CH^2 - CH^3$ Eb. vers. + 1°

$(H^3C)_2 > CH - CH < (CH^3)_2$ Eb. + 58°.

$(H^3C)_3 \equiv C - C \equiv (CH^3)_3$ Eb. 105°.

Je tiens, en terminant, à rendre hommage à l'habileté expérimentale dont a fait preuve mon assistant, M. Auguste De Wael dans cette recherche délicate.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie Britannique** adresse à l'Académie l'expression de sa sympathie et de ses regrets, à l'occasion de la mort de M. Curie, membre de la Section de physique.

M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE transmet à l'Académie le Rapport suivant, adressé à M. le ministre des Affaires étrangères à la date du 4 février dernier, par M. SOUHART, ministre de France à Bogotá.

Le 31 janvier, à 10^h50^m du matin, on a ressenti à Bogotá une assez forte secousse de tremblement de terre, se manifestant sous forme d'oscillations lentes et prolongées dans la direction du Sud au Nord ; il n'y a pas eu heureusement en ville de dégâts sérieux, mais il n'en a pas été de même dans le reste du pays.

D'après les renseignements donnés par le télégraphe, le tremblement de terre aurait eu pour centre le massif de la Cordillère connu sous le nom d'Azuay et situé sur la frontière équatorienne.

C'est ce qui explique pourquoi la région où il a été le plus ressenti a été celle du Cauca et des départements de l'Equateur limitrophes de la Colombie. A Buenaventura, le câble du Pacifique a été rompu, tant dans la direction du Nord que dans celle du Sud.

A Popayan, Pasto, Cali, Tuquerres, Pereira, en dehors des bâtiments lézardés, les clochers de plusieurs églises se sont effondrés, écrasant dans leur chute un certain nombre de personnes ; à Manizales (département d'Antioquia) des maisons se sont écroulées ; il en a été de même du palais épiscopal à Ibarra (dans l'Equateur).

A Neiva (département du Tolima), les secousses, qui ont duré deux minutes, ont été accompagnées de grondements souterrains ressemblant au bruit d'une forte canonnade et qui ont rempli d'effroi les populations.

Près de Bogotá, la cathédrale de Facatativa s'est lézardée.

Ce tremblement de terre du 31 janvier a été suivi d'une autre secousse, encore plus forte, qui s'est produite à 11^h du soir, dans la nuit du 2 au 3 février, et a été ressentie surtout le long de la côte du Pacifique, principalement à Buenaventura. Les dégâts sont importants de ce côté. La terre s'est entr'ouverte en différents endroits et de nombreuses maisons ont été détruites ; le rio San-Juan, refoulé à son embouchure par une immense vague, a débordé à l'intérieur, inondant les campagnes ; la mer s'est en même temps couverte d'une grande quantité de poissons morts. D'après les nouvelles données par le télégraphe, à l'heure où j'écris ces lignes, la panique serait extrême parmi les populations de la côte nord du Pacifique, car les secousses continuent, à intervalles plus ou moins rapprochés.

P. S. — 7 février. — Les nouvelles que vient de faire parvenir ici le préfet de Buenaventura, sur les effets du tremblement de terre ressenti dans sa circonscription, sont encore plus graves qu'on ne pouvait le soupçonner tout d'abord : toute la région du Rio Timbiqui a été dévastée ; des centaines d'individus ont péri, et les exploitations aurifères que l'on rencontrait sur ce point ont été détruites (plusieurs Français étaient, à la connaissance de la Légation, employés comme ingénieurs dans ces exploitations) ; l'île de la Gorgone a disparu sous les flots ; à la date du 6, la mer, qui pendant toute la période des secousses, avait présenté des différences de marée formidables, paraissait vouloir reprendre son niveau normal.

Il est à noter que ce tremblement de terre a été accompagné d'un dégagement de

chaleur extraordinaire : le thermomètre a atteint dans toute cette région des températures que l'on n'avait jamais vues de mémoire d'hommes.

Tout porte à croire que ces phénomènes sont dus à l'explosion d'un volcan sousmarin inconnu.

SPECTROSCOPIE. — *Sur un nouveau dispositif pour la spectroscopie des corps phosphorescents.* Note de M. C. DE WATTEVILLE, présentée par M. Lippmann.

On sait depuis longtemps, grâce aux expériences de Pearseall, en particulier, que l'étincelle électrique a la propriété de rendre fortement phosphorescentes les substances qui peuvent le devenir (1). M. Lenard a réalisé un phosphoroscope électrique en fixant sur le levier oscillant d'un interrupteur de Foucault un écran qui masque pour l'observateur l'étincelle éclairante produite par la bobine que l'interrupteur actionne (2). Cette disposition très simple ne permet pas de diminuer beaucoup la durée qui s'écoule entre l'illumination du corps et son observation. De plus, l'emploi du mercure dans l'interrupteur fait varier les conditions de l'observation puisque celles où se produit la rupture du circuit varient elles-mêmes à chaque étincelle. J'ai cherché à réaliser un appareil exempt de ces deux inconvénients.

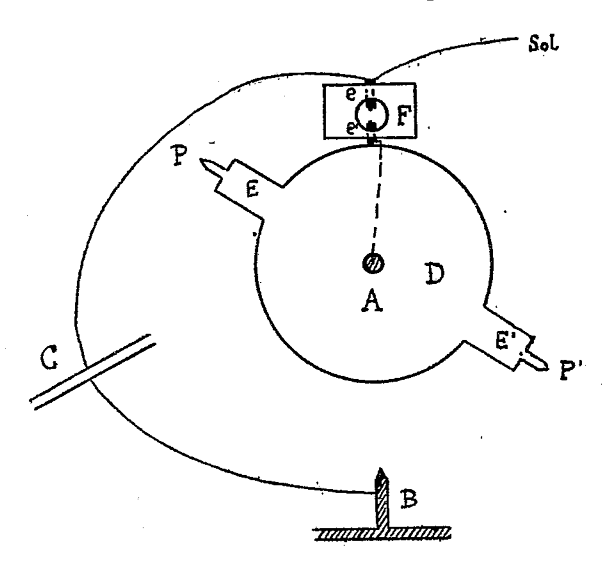
Pour y parvenir, on doit renoncer à tout système d'interrupteur solidaire de l'écran qui se meut rapidement. En effet, si la vitesse devient considérable, non seulement la quantité d'électricité mise en jeu à chaque interruption dans le primaire de la bobine n'a pas le temps de devenir suffisante, mais, de plus, l'inertie des divers ressorts, contacts, etc. qu'on peut imaginer les empêchent de fonctionner lorsqu'ils doivent agir un trop grand nombre de fois par seconde. J'ai donc essayé l'emploi d'un dispositif analogue à celui dont s'est servi Feddersen pour son étude de l'étincelle et dans lequel un conducteur mobile provoque la décharge d'un condensateur en passant à quelque distance de conducteurs fixes en relation avec les armatures.

Le disque D, qui peut être animé d'un mouvement de rotation très rapide autour de l'axe A, porte, taillés dans la même feuille métallique que lui, les deux prolonge-

(1) *Annales de Chimie et Physique*, t. XLIX, 1832, p. 337 à 369.

(2) *Ann. de Wiedmann*, t. XLVI, 1892, p. 637.

ments PE, P′E′. Les parties E et E′ sont destinées à obturer successivement la fenêtre F au-devant et tout près de laquelle se déplace le disque. Cette fenêtre est pratiquée dans une petite boîte qui renferme le corps à étudier. Entre la fenêtre et le corps se trouvent les deux électrodes *e* et *é* dans l'intervalle desquelles se produit l'étincelle éclairante. L'électrode *e* est en relation avec une des armatures du condensateur C, tandis que l'autre *e′* communique avec le disque par l'axe A. La seconde armature du condensateur est reliée à la pointe isolée B. Les pointes P et P′ passent successivement au voisinage immédiat de B. La petite étincelle qui se produit en ce point ferme le circuit de décharge



du condensateur et le corps se trouve éclairé par l'étincelle qui jaillit entre *e* et *é*, tout en étant masqué par les écrans E ou E′.

L'électrode *e*, qui est en relation directe avee le condensateur, doit être mise en outre en communication avec le sol, sinon il éclate, alors même que les pointes P ou P′ ne sont pas en regard de B, de petites étincelles entre *e* et *é* (et il pourrait s'y produire des effluves invisibles) dues à ce que l'électrode *e* portée à un haut potentiel se décharge dans la capacité formée par l'ensemble de l'autre électrode *é* et du disque. Moyennant cette précaution l'appareil marche très régulièrement, on n'aperçoit pas l'étincelle en *e é* et la plaque photographique n'enregistre pas de raies métalliques dues aux électrodes. Quant au condensateur, il est chargé statiquement à l'aide d'une bobine d'induction ordinaire dans le circuit secondaire de laquelle on ménage une coupure telle que l'étincelle de rupture seule puisse la traverser. On peut aussi, ce qui évite l'ennui de l'emploi d'un interrupteur, alimenter la bobine à l'aide d'un courant alternatif, et faire faire au disque par seconde un nombre de tours qui soit un multiple de la période du courant. Cette condition réalisée, l'appareil peut fonctionner plusieurs heures sans nécessiter l'intervention de l'opérateur.

J'ai donné au disque une vitesse de 82 tours par seconde. La distance du centre de

l'axe A à celui des écrans E et E' est de $20^{cm},5$ ces écrans parcourent une distance de $3^{cm},5$ entre le moment où éclate l'étincelle et celui où la fenêtre F est complètement ouverte on voit donc que le corps est visible dans son entier $\frac{1}{3000}$ de seconde après son éclairement. Cet intervalle pourrait être sans doute beaucoup diminué avant que la limite de rupture du disque fût atteinte.

A cette vitesse de rotation du disque, on peut déjà observer la luminescence de la vapeur métallique qui persiste après le passage de la décharge initiale. Cette vapeur est différemment colorée selon les métaux (en jaune pour le fer, en vert pour le cuivre, etc.). Il est probable que l'appareil en permettrait l'étude spectrale si on modifiait un peu les conditions de manière à rendre cette vapeur plus abondante. Dans les expériences actuelles, elle n'a donné lieu à aucune inscription sur la plaque photographique.

La phosphorescence des corps observés à l'aide de cet appareil est extrêmement intense. Dans le cas de la fluorine, par exemple, la lumière émise peut être examinée à l'aide d'un spectroscope et d'une fente ordinaires, une pose d'une heure ou deux étant suffisante pour obtenir la photographie du spectre. Celui-ci se compose, outre la partie visible étudiée par M. E. Becquerel[1], de raies très nettes *en particulier dans la région ultra-violette. La longueur d'onde de ces raies est indépendante de la nature des électrodes.*

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure de temps très courts par la décharge d'un condensateur.* Note de M. **Devaux-Charbonnel**, présentée par M. Becquerel.

On emploie souvent pour produire un phénomène dont on veut connaître la durée deux leviers actionnant des contacts électriques. Le premier permet au phénomène de commencer, le deuxième le fait cesser. La durée est estimée par le temps qu'un mobile quelconque, pendule, corps qui tombe, etc., etc... met à franchir la distance entre les deux leviers. Cette façon de procéder conduit à des résultats peu précis quand le temps à mesurer est très court; de plus, elle ne permet guère d'estimer le temps que les leviers eux-mêmes mettent à fonctionner.

On peut en utilisant la décharge d'un condensateur à travers une résistance réaliser une méthode beaucoup plus commode, beaucoup plus simple, et dont les résultats sont d'une précision remarquable.

---

(1) *La lumière*, t. I, p. 369.

Supposons par exemple qu'on veuille déterminer le temps qu'un levier met à passer d'un butoir à l'autre. On prend un condensateur de capacité C shunté par une résistance R. Une des faces est reliée au premier pôle d'une pile et à la borne d'entrée d'un galvanomètre balistique; l'autre face est, réunie au levier; le butoir de repos est rattaché au second pôle de la pile, le butoir de travail à la borne de sortie du galvanomètre. Quand le levier quitte le butoir de repos, le condensateur se décharge en partie sur lui-même à travers la résistance R; dès qu'il atteint le butoir de travail, la charge restante passe à travers le galvanomètre. On compare l'élongation à celle fournie au préalable par la décharge totale. Le pour cent de charge restante est égal à $e^{-\frac{t}{CR}}$, sa valeur permet de calculer t en fonction de C et de R.

Voici des nombres obtenus dans une série de mesures faites sur une clef de décharge. Le levier est ici un ressort lame qui abandonné à lui-même passe, par sa seule élasticité, d'un contact à l'autre. On a fait varier la résistance du shunt dans des limites assez étendues. La durée de la course du levier est toujours la même, à un dix millième de seconde près, ce qui établit à la fois la précision de la méthode et la constance de fonctionnement de la clef expérimentée.

Condensateur C = 1 microfarad.

R (en ohms).	Charge restante.	$\frac{t}{CR}$	t
800	0,25	1,40	$0^s,0011$
1 000	0,34	1,07	$0^s,0011$
2 000	0,54	0,60	$0^s,0012$
3 000	0,69	0,37	$0^s,0011$
5 000	0,78	0,24	$0^s,0012$
8 000	0,86	0,14	$0^s,0011$
10 000	0,88	0,12	$0^s,0012$
100 000	0,987	0,013	$0^s,0013$

Le dispositif à réaliser dans le cas plus général auquel il est fait allusion plus haut, de deux leviers chargés de produire et d'interrompre un phénomène quelconque est analogue et facile à imaginer.

L'emploi de cette méthode se prête aux combinaisons les plus diverses. Elle a été appliquée à mesurer la vitesse avec laquelle le levier de la clef de décharge franchit la distance comprise entre les deux butoirs. Pour cela

on fait varier cette distance en tournant d'une fraction connue de tour l'un des butoirs constitué par une vis.

Voici les résultats :

Tours de vis.	Temps.	Tours de vis.	Temps.
1/4	$3^s,2 \times 10^{-3}$	1 1/2	$13^s,5 \times 10^{-3}$
1/2	$6^s,5$	1 3/4	$15^s,0$
3/4	$9^s,0$	2	$16^s,2$
1	$10^s,5$	2 1/4	$17^s,5$
1 1/4	$12^s,0$	2 1/2	$18^s,5$

On voit que le mouvement, qui va en s'accélérant au début, devient assez vite à peu près uniforme.

Pour un tour complet de la vis la distance franchie est de 1^{mm} environ et le temps nécessaire est de $0^s,006$, ce qui correspond à une vitesse de 600^m à l'heure.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la conductibilité du sulfate d'ammoniaque dans les mélanges d'acide sulfurique et d'eau.* Note de M. **G. Boizard** présentée par M. Lippmann.

I. Quand on dissout du sulfate d'ammoniaque dans des mélanges, à pourcentage variable, d'acide sulfurique et d'eau, on obtient des solutions dont la conductibilité λ est soit plus grande, soit plus petite que celle du solvant λs.

Si le solvant contient en poids d'acide sulfurique	Une solution contenant 1 gramme de SO^4Am^2 pour 100 grammes de solution.
de 100 p. 100 à 95 p. 100	est plus conductrice que le solvant,
de 95 — à 1,8 —	est moins conductrice que le solvant,
de 1,8 — à 0 —	est plus conductrice que le solvant.

C'est ce qui résulte du tableau suivant qui donne, pour la température de 16°, le rapport des conductibilités de la solution à 1 p. 100 de SO^4Am^2 et du solvant correspondant

SO^4H^2 p. 100.	$\frac{\lambda}{\lambda s}$	SO^4H^2 p. 100.	$\frac{\lambda}{\lambda s}$
97,5	1,045	15	0,9878
94,5	0,996	10	0,985
91,6	0,975	5	0,982
87,8	0,964	3	0,986

SO^4H^2 p. 100.	$\frac{\lambda}{\lambda s}$	SO^4H^2 p. 100.	$\frac{\lambda}{\lambda s}$
84,5	0,969	2,30	0,988
80	0,976	1,43	1,0107
73	0,983	1,16	1,0376
57	0,987	0,77	1,122
50	0,9885	0,58	1,192
40	0,989	0,51	1,234
25	0,9883	0,235	1,730
20	0,9881	0,000	infini.

II. *Effets de dilution et de température.* — La différence des conductibilités de la solution et du solvant varie avec la concentration en sulfate ; sa variation offre les trois cas suivants :

1° Pour les solvants à plus de 3 p. 100 de SO^4H^2, il y a sensiblement proportionnalité entre la différence de conductibilité et la concentration, tant que celle-ci ne dépasse pas 1 à 2 p. 100 ; pour les concentrations plus fortes, la différence de conductibilité varie moins vite que la concentration, dans le cas des solutions moins conductrices que le solvant.

2° Pour les solvants à teneur en SO^4H^2 voisine de 2 p. 100, la solution est plus conductrice que le solvant pour les fortes concentrations et moins conductrice pour les faibles ; le point de passage des solutions moins conductrices aux solutions plus conductrices que le solvant correspondant dépend donc de la concentration ; il dépend aussi d'ailleurs de la substance dissoute qui peut remplacer le sulfate d'ammoniaque.

3° Pour les solvants à moins de 1 p. 100 de SO^4H^2, l'augmentation du rapport des conductibilités est d'abord en général plus rapide que celle de la concentration, puis elle devient moins rapide pour des concentrations qui dépendent du pourcentage du solvant en acide sulfurique.

La température produit sur les solutions deux effets opposés. Pour les solvants contenant de 95 à 25 p. 100 de SO^4H^2, le rapport des conductibilités de la solution et du solvant se rapproche de l'unité quand la température s'élève. C'est ainsi qu'une solution à 1,48 p. 100 de SO^4Am^2 dans l'hydrate $SO^4H^2 + H^2O$ (84,48 p. 100), a donné un rapport des conductibilités qui a augmenté constamment de 8° à 135°, sans jamais atteindre l'unité, et il semble même qu'il y ait un rapport limite, inférieur à 1, que la solution ne peut dépasser.

Pour les solvants contenant de 25 à 3 p. 100 ou de 0,6 à 0 p. 100 de

SO^4H^2, la température a un effet inverse qui est d'écarter de l'unité le rapport des conductibilités. Enfin, au voisinage de 2 p. 100, les 2 effets s'observent, avec un même solvant, pour des concentrations différentes.

III. Le phénomène présenté par le sulfate d'ammoniaque est général.

α) On l'observe par dissolution dans les mélanges d'acide sulfurique et d'eau :

1° De tous les sulfates, soit anhydres, soit privés ou non de leur eau de cristallisation.

2° Des bisulfates.

3° Des acides minéraux : azotique, phosphorique, borique ou organiques (à fonction simple ou complexe) : acétique, benzoïque, succinique, tartrique, pyruvique, etc.

4° Des sels tels que : MnO^4K, $PO^4H(AzH^4)^2$, NaCl, AzO^3K, CH^3CO^2Na, etc.

β) On l'observe aussi dans les mélanges d'acide azotique ou phosphorique et d'eau fonctionnant comme solvant. Avec les mélanges d'eau et d'acide acétique ou formique, par dissolution de divers sels, on obtient au contraire toujours des solutions beaucoup plus conductrices que le solvant : ceci peut s'expliquer par la très faible conductibilité présentée par les mélanges de ces acides avec l'eau.

Je continue du reste mes recherches sur ce sujet et me réserve d'indiquer ultérieurement une interprétation théorique du phénomène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse totale de dérivés du camphre. Isolaurolène, acide isaulauronolique.*

Note de M. G. **Blanc**, présentée par M. A. Haller

Le principe de cette synthèse a déjà été posé il y a longtemps [1] ; mais elle n'est devenue pratiquement réalisable que depuis l'exécution de la synthèse totale de l'acide αα dérivé diméthyladipique [2], et aussi par suite de perfectionnements apportés successivement aux méthodes d'enchaînement qu'elle emprunte.

J'ai montré dans les *Comptes rendus* que la condensation de l'éther diméthyl 2-2-γ-bromo-butyrique avec l'éther cyanacétique sodé fournit un éther cyanodicarbonique qui, par un traitement ultérieur conduit à l'acide αα diméthyladipique. La substitution de

[1] *Bull. Soc. Chim.* (3), t. XXIII, 1900, p. 273.

[2] *Bull. Soc. Chim.* (3), t. XXXIII, 1905, p. 893.

l'éther malonique à l'éther cyanacétique améliore de beaucoup le rendement et permet de considérer l'acide αα diméthyladipique comme une matière première abordable.

Cet acide chauffé avec de l'anhydrique acétique est facilement transformé en anhydride, lequel par distillation lente à la pression ordinaire fournit la diméthylcyclopentanone 2-2.

```
CH³\     /CH³                CH³\     /CH³
    \   /                        \   /
      C                            C
    /   \                        /   \
CH²/     \CO—— O             CH²/     \CO
  |             |  = CO² +     |       |
CH²|———————CH²——CO           CH²|———————|CH²
```

Cette acétone est un liquide mobile d'odeur camphrée bouillant à 143°, sa semicarbazone fond à 190°. Traitée par l'iodure de méthylmagnésium, elle donne un produit de condensation qui fournit lui-même l'alcool tertiaire attendu :

```
CH³\     /CH³           CH³\     /CH³
    \   /                   \   /
      C                       C
    /   \                   /   \      /CH³
CH²/     \CO            CH²/     \C<
  |       |      →        |       |    \OH
CH²|———————|CH²         CH²|———————|CH²
```

Cet alcool tertiaire cristallise en longues aiguilles fusibles à 37°, et possédant une odeur de camphre et surtout de moisi extrêmement prononcée. Il distille à 60° (15^{mm}) ; distillé à la pression ordinaire, il se décompose en eau et en un carbure identique à l'*isolaurolène*, et bouillant à 108°.

```
CH³\     /CH³                    CH³\     /CH³
    \   /                            \   /
      C                                C
    /   \      /CH³                  /   \
CH²/     \C<                     CH²/     \C—CH³
  |       |    \OH   = H²O +       |       ||
CH²|———————|CH²                  CH²|———————|CH
```

Cet isolaurolène a été identifié par oxydation manganique qui le convertit en acide diméthylhexanonoïque fondant à 48° et dont la semicarbazone fond à 188°

```
CH³\     /CH³               CH³\     /CH³
    \   /                       \   /
      C                           C
    /   \                       /   \
CH²/     \C—CH³             CH²/     \CO—CH³
  |       ||        →         |
CH²|———————|CH              CH²|————————CO²H
```

L'isolaurolène est facilement transformé par l'action du chlorure d'aluminium et du chlorure d'acétyle en une cétone dont la réduction par le sodium et l'alcool conduit à l'alcool secondaire saturé bouillant à 90-95° (10^{mm}).

```
CH³\      /CH³
     \    /
       C
     /    \
CH²/        \CH—CH³
   |          |
CH²———————————CH—CH · CH³
                  |
                  OH
```

Cet alcool, oxydé par l'acide nitrique donne l'acide *dihydroisolauroholique* qui, par bromuration en α et perte subséquente d'acide bromhydrique, donne l'acide *isolauronolique*.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'α-chlorocyclohexanone et ses dérivés.* Note de M. **L. Bouveault** et **F. Chereau**, présentée par M. Haller.

Quand on fait passer du chlore sur la cyclohexanone on obtient un dérivé α chloré ; mais l'acide chlorhydrique qui prend naissance en même temps provoque la formation de produits de condensation. On obtient de meilleurs résultats en faisant la chloruration en présence de carbonate de chaux, dans l'eau. Les résultats sont encore meilleurs quand on chlorure non pas la cyclohexanone mais le cyclohexanol. Il faut donc employer une quantité double de chlore.

La chlorocyclohexanone constitue un liquide incolore bouillant à 82°-83° sous 10 ^{mm} et se congelant en magnifiques cristaux fondant à 23°. Il se fait dans ces préparations une certaine quantité de produits de chloruration plus avancée d'où il n'a pas encore été possible d'extraire un composé défini.

L'atome de chlore est assez mobile dans la chlorocyclohexanone. Les alcalis étendus et, mieux, le carbonate de potassium en solution concentrée et bouillante l'hydrolisent en α *oxycyclohexanone*

```
        CO
      /    \
CH²          CH OH
 |            |
CH²          CH²
      \    /
       CH²
```

qu'on peut appeler adipoïne.

Ce corps, en effet, est à l'acide adipique ce qu'est la benzoïne à l'acide benzoïque.

Ce composé a des propriétés assez singulières, il est peu soluble dans l'eau même bouillante; très soluble dans l'alcool chaud, moins soluble à froid, insoluble dans l'éther, la benzine, le pétrole. Il est entraîné par la vapeur d'eau. Il se sublime sans bouillir dès 25° dans le vide, à 100° à la pression ordinaire, et se présente en fort beaux cristaux blancs fondant à 113° en vase clos. Ses propriétés rendent assez difficile sa séparation d'avec les sels au milieu desquels il prend naissance.

Sa semicarbazone forme de beaux cristaux blancs fondant à 165°.

Sa constitution, et par suite celle de la chlorocyclohexanone, est établie par son oxydation au moyen du permanganate de potasse, en solution aqueuse à l'ébullition, qui donne de l'acide adipique. L'acide azotique concentre l'oxyde en donnant un mélange d'acide oxalique et d'acide succinique.

Les réactifs organomagnésiens se condensent avec la cyclohexanone chlorée suivant l'équation

$$CH^2\left\langle\begin{array}{l}CH^2 - CH^2\\ CH^2 - CHCl\end{array}\right\rangle CO + R - Mg - Cl = MgCl^2 + CH^2\left\langle\begin{array}{l}CH^2 - CH^2\\ CH^2 - CH - R\end{array}\right\rangle CO$$

On peut ainsi préparer sans difficulté les homologues substitués en α de la cyclohexanone.

L'α méthycyclohexanone bout à 160° sous 10^{mm}; sa semicarbazone fond à 195°. L'α-éthycyclohexanone bout à 65° sous 10^{mm}, sa semicarbazone fond à 157°. L'α-isopropylcyclohexanone bout à 80° sous 10^{mm}.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Stéréoisomérie dans le groupe des acides non saturés αβ-acycliques*. Note de MM. **E.-F. Blaise** et **P. Bagard**, présentée par M. A. Haller.

Comme nous l'avons montré antérieurement, la décomposition des α-oxyacides à fonction alcoolique secondaire sous la seule influence de la chaleur constitue une bonne méthode de préparation des aldéhydes acycliques. Cette méthode, dont l'étude sera développée ultérieurement, s'applique spécialement aux aldéhydes à chaîne normale, les oxyacides correspondants s'obtenant très aisément à partir des acides gras. Il était intéressant de rechercher comment se comporteraient, dans les mêmes conditions, les α-oxyacides à fonction alcool tertiaire.

Leur décomposition par la chaleur donne, comme produit principal, non pas des

cétones, mais des acides non saturés. La proportion de cétone formée, qui atteint 48 p. 100 dans le cas de l'acide α-méthyl-α-oxypropionique, diminue à mesure que le poids moléculaire augmente, et elle n'est plus que de 5 p. 100 dans le cas de l'acide α-éthyl-α-oxybutyrique. Inversement, la quantité d'acide non saturé qui prend naissance s'accroît. En outre, il est assez curieux de remarquer que ces oxyacides, dont la fonction alcool est cependant tertiaire, peuvent donner des lactides. C'est ce qu'on observe pour les deux acides mentionnés ci-dessus ; mais, au delà du terme en C^6, il ne se forme plus de lactide.

Le point le plus intéressant de ce dédoublement des acides alcools tertiaires par la chaleur est que, dans tous les cas où la stéréoisomérie est possible, l'isomère que l'on obtient est constitué, non par l'isomère stable que donnent les méthodes de déshydratation chimique, mais par le stéréoisomère instable correspondant [1]. Ce dédoublement est donc la première méthode de caractère général permettant d'obtenir ces isomères qui étaient, jusqu'ici, presque inconnus, ou qu'on ne pouvait préparer qu'à partir de produits naturels.

Le degré de pureté de l'acide non saturé qu'on obtient dépend du poids moléculaire de l'acide alcool générateur et de sa constitution.

La stabilité relative des isomères instables (*lab.*), croît, en effet, à mesure que le poids moléculaire augmente ; aussi la quantité d'acide stable (*st.*) qui prend naissance par transposition sous l'influence de la chaleur, décroît-elle dans les mêmes conditions. Avec l'acide α-méthyl-α-oxypropionique, par exemple, il se forme à peu près autant d'acide tiglique que d'acide angélique. Au contraire, dans les cas de l'acide α-éthyl-α-oxybutyrique, on obtient l'isomère (*lab.*) à l'état presque pur. D'autre part, lorsque les chaînes carbonées fixées à l'atome de carbone alcoolique s'allongent, une autre transformation intervient, la liaison éthylénique émigre partiellement, et l'acide non saturé renferme une quantité très faible, d'ailleurs, d'acide βγ. Ce cas est par exemple celui de l'acide α-propyl-α-oxy-n-valérique.

L'étude et l'isolement des acides non saturés stéréoisomères présentait, jusqu'ici, des difficultés considérables, ainsi que leur caractérisation. La plupart des agents chimiques et même physiques transforment, en effet, les isomères *lab.* en isomères *st.* Nous avons réussi à tourner cette difficulté en utilisant une réaction signalée par M. Bodroux (C. R. CXXXVIII p. 1427). Nous avons, en effet, constaté que les éthers des acides *lab.* fournissent les amides correspondantes, sans transposition, lorsqu'on les traite par les dérivés bromomagnésiens des amines. Seules, ces amides, qui cris-

---

(1) Nous croyons devoir abandonner, pour les acides non saturés monobasiques, la nomenclature *cis*, *trans* qui ne repose que sur des données aléatoires et contradictoires. On remarquera d'ailleurs que, dans le cas d'acides de la forme : $\begin{matrix} R \\ R' \end{matrix} \rangle C = CH - CO^2H$, cette nomenclature n'a plus aucun sens précis.

tallisent aisément et peuvent être séparées, nous ont permis de procéder à une étude précise et à une caractérisation certaine.

En ce qui concerne les relations entre les stéréoisomères, les faits que nous avons observés peuvent être résumés de la façon suivante. La différence entre les points d'ébullition de deux acides stéréoisomères ou de leurs éthers décroît à mesure que le poids moléculaire augmente. La stabilité relative des isomères *lab.* s'accroît au contraire, dans les mêmes conditions, vis-à-vis des agents chimiques et physiques. C'est ainsi que, tandis que les acides angélique et tiglique donnent le même bromure, au contraire, les acides éthylcrotoniques *lab.* et *st.* fournissent des bromures différents. De même, l'action de la soude aqueuse et bouillante ne transforme pas sensiblement l'acide éthylcrotonique *lab.* en acide *st.* De même encore, la transposition sous l'influence de la chaleur est très faible dans le cas de l'acide éthylcrotonique *lab.* — Par contre, tous les isomères *lab.* que nous avons étudiés sont extrêmement sensibles à l'action des hydracides qui les transforment en isomères *st.* Ce fait oblige à prendre des précautions spéciales dans la manipulation de ces acides. — Enfin, l'action du trichlorure de phosphore sur les isomères *lab.* les transforme quantitativement en les chlorures des acides *st.* correspondants. Cette réaction est celle que nous avons utilisée plus spécialement pour caractériser la nature de l'isomérie existant entre les divers acides que nous avons obtenus.

BOTANIQUE. — *Sur le genre Mascarenhasia.*

Note de M. **Marcel Dubard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Le genre *Mascarenhasia*, de la famille des Apocynées, est représenté surtout à Madagascar, où il joue un rôle important dans la production du caoutchouc; quelques espèces ont également été signalées dans l'Afrique orientale allemande. Après avoir examiné les nombreux matériaux relatifs à ce genre, provenant de Madagascar, qui sont accumulés dans les herbiers du Muséum, j'ai été amené à décrire un certain nombre de formes nouvelles (9 espèces et 5 variétés) et à grouper l'ensemble des espèces connues en trois sections [1]. Je me propose dans la présente note de mettre

[1] *Contribution à l'étude du genre Mascarenhasia.* (*Bull. Soc. bot. de France*, 4e série, t. VI; mars-avril 1906).

en lumière les données les plus générales qui résultent de mes observations.

a. *Répartition géographique.* — D'après les connaissances actuelles, le genre Mascarenhasia paraît répandu surtout sur la côte orientale de Madagascar; les deux régions les mieux connues à ce point de vue sont, au Nord, la zone comprise entre Diego-Suarez et Vohemar (*M. arborescens, M. angustifolia, M. brevituba*), au Sud, celle qui s'étend entre Vangaindrano et Fort-Dauphin (*M. speciosa, M. coriacea*). Sur la côte Ouest, les Mascarenhasia sont très répandus depuis le Nord jusque vers la baie de Bombetok (Majunga) (*M. lisianthiflora, M. micrantha*) et manquent vraisemblablement plus au Sud; l'île de Nossi-Bé en est assez riche et possède même certaines formes spéciales. Par le centre de la grande Ile (vallée supérieure de l'Ikopa, Imerina, Betsileo) il semble se faire un raccord plus ou moins continu entre les formes du N.-O. et celles du S.-E. On y trouve des espèces spéciales (*M. tenuifolia, M. Grandidieri, M. macrocalyx*) et aussi des variétés des *M. lisianthiflora*. Cette espèce paraît d'ailleurs présenter l'aire de dispersion la plus étendue, si on lui reconnaît les limites assez larges que j'ai tracées, et elle se relie au *M. macrocalyx* par certains types intermédiaires qui peuvent être des hybrides.

b. *Habitat et port.* — Les *Mascarenhasia* sont des arbustes, quelquefois des arbres de grande taille, comme le *M. longifolia* qui atteint jusqu'à 30 mètres de haut; ils croissent depuis le niveau de la mer jusqu'à une altitude dépassant 1.000 mètres pour certaines espèces; ils recherchent presque toujours les endroits très humides et végètent même parfois dans des terrains inondés, comme l'indique la dénomination d'*Hazondrano* (littéralement *bois d'eau*) que les indigènes appliquent à plusieurs formes. Exceptionnellement, certaines espèces ont une végétation buissonnante ou affectent un port de liane (*M. Thiryana*).

c. *Rameaux et feuilles.* — Les inflorescences des *Mascarenhasia* ne sont jamais axillaires, malgré les affirmations des descripteurs; les fleurs, isolées ou groupées, se développent toujours aux dépens du bourgeon terminal d'un rameau; seulement, tantôt la végétation de ce rameau est limitée par la production de l'inflorescence et celle-ci conserve un aspect terminal, tantôt elle se poursuit suivant la direction de l'axe primitif; l'inflorescence est déjetée latéralement et paraît axillaire, tandis qu'un bourgeon latéral pousse un rameau qui vient prolonger le précédent. Les rameaux florifères sont donc sympodiques.

Les feuilles sont simples, entières, opposées, toujours assez brièvement pétiolées, la taille et la forme du limbe varient dans de larges limites, souvent dans la même espèce; le polymorphisme des feuilles enlève d'ailleurs presque toute valeur spécifique aux caractères foliaires, à part de rares exceptions (*M. angustifolia*). La forme obovale est celle qu'on rencontre le plus fréquemment pour le limbe; elle se répète, avec des variantes, chez de nombreuses espèces et souvent même elle réapparaît occasionnellement chez des types dont les feuilles présentent presque toujours un contour différent; c'est là

évidemment un caractère de convergence, d'origine ancestrale, dominant l'ensemble du genre.

d. *Caractères floraux.* — Le calice est constitué par 5 sépales, membraneux ou foliacés, dont l'inégalité est plus ou moins apparente, suivant leur développement; on en compte un grand, deux petits et deux moyens ; la préfloraison du calice est quinconciale, dextrogyre ou lévogyre, les deux dispositions pouvant se rencontrer à la fois dans une même inflorescence, suivant la place occupée par les fleurs.

La forme du tube de la corolle fournit à mon sens les meilleurs caractères sur lesquels on puisse établir les sections du genre. Dans la section *Macrosiphon* ce tube est constitué par une partie basilaire étroite et cylindrique, mesurant au moins 15^{mm} de long; cette région est surmontée d'une partie campanuliforme beaucoup plus courte que terminent les lobes; dans la section *Micrantha* le tube est formé de deux parties à peu près égales séparées par un étranglement; la partie basilaire affecte la forme d'un tronc de cône à petite base supérieure ou bien constitue un renflement ovoïde ; la partie terminale est plus ou moins renflée en forme de cloche ; enfin dans la section *Intermedia*, le tube est constitué par une partie inférieure sensiblement cylindrique, étroite, surmontée d'une région élargie beaucoup plus longue que la précédente.

Quant au disque, il fournit des caractères spécifiques de premier ordre : il est formé théoriquement de 5 petites écailles entourant l'ovaire, l'une médiane et les quatre autres latérales. Rarement les 5 pièces du disque restent indépendantes ; la plupart du temps la médiane est isolée et les autres se soudent deux à deux pour former des pièces bilobées; enfin une concrescence générale peut s'établir entre toutes les pièces et le disque forme alors une cupule plus ou moins profondément lobée ou même à bord entier.

Les dimensions relatives des écailles du disque, des carpelles et des sépales donnent aussi des indications précieuses pour la distinction des formes.

En résumé : 1° Les *Mascarenhasia* sont des arbres recherchant les sols humides, croissant surtout en abondance sur la côte orientale de Madagascar ;

2° Les rameaux floraux sont de nature sympodique et les feuilles très polymorphes ;

3° Les caractères floraux les plus intéressants sont ceux fournis par le tube de la corolle sur lesquels sont basées les sections et par le disque ; ces derniers sont précieux pour la diagnose des espèces.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un cas d'organe vert dépourvu de pouvoir assimilateur.* Note de M. **Jean Friedel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'ovaire de l'*Ornithogalum arabicum* a une coloration verte très intense tournant presque au noir. Si l'on pratique une coupe dans l'organe frais, on constate la présence de corps chlorophylliens très abondants : ceux qui sont situés en profondeur ont la teinte verte habituelle, ceux qui occupent une position périphérique sont noirâtres. De nombreuses expériences faites au printemps de 1905 ont montré que cet ovaire est dépourvu de pouvoir assimilateur : à la lumière comme à l'obscurité, il a toujours une activité respiratoire considérable. Récemment j'ai vérifié ce résultat sur des échantillons cueillis aux environs d'Alger qui m'ont été obligeamment envoyés par M. Maige, chargé de cours de botanique à l'École supérieure des Sciences d'Alger.

Exemple : 8 *mai* 1906. — Un ovaire a été exposé à la lumière dans un espace de 5^{cm} environ contenant de l'air atmosphérique. L'expérience a duré de 9^h 30 du matin à 2^h 10 de l'après-midi. A la fin, la composition du gaz était la suivante :

CO^2 6,4
O 12,7
Az 80,9

La respiration est mesurée par un dégagement de gaz carbonique égal à 6, 4.

J'ai été amené à comparer les échanges gazeux de l'ovaire de *O. arabicum* à ceux de l'ovaire d'une plante du même genre, *O. umbellatum.* Cet ovaire, d'un vert beaucoup moins foncé que celui d'*O. arabicum*, a un pouvoir assimilateur considérable. Je citerai l'expérience suivante faite sur un ovaire très volumineux provenant d'une fleur flétrie :

26 *mai* 1905. — Début 9^h15 du matin, fin 2^h15 de l'après-midi, volume gazeux 5^{cc}.

Gaz initial.	Gaz final.	Assimilation mesurée par O dégagé et CO^2 absorbé.	
CO^2 11	CO 1,6		
O 17,9	O 27,1	+ O 9,2	R = 0,96
Az 71,1	Az 71,3	— CO^2 9,4	

J'ai mis en expérience comparativement un ovaire d'*Ornithogalum umbellatum*, un fragment de feuille et un ovaire d'*O. arabicum*.

L'ovaire d'*O. umbellatum* et le fragment de feuille ont présenté une assimilation manifeste, l'ovaire d'*O. arabicum* a respiré avec intensité sans trace d'assimilation chlorophyllienne.

Ainsi l'ovaire d'*Ornithogalum arabicum* ne peut assimiler, bien qu'il soit plus fortement coloré que l'ovaire d'*Ornithogalum umbellatum* dont le pouvoir assimilateur est très développé. Cette différence si curieuse s'explique, peut-être, par une altération superficielle de la chlorophylle; les chloroleucites noirâtres situés à la périphérie formeraient un écran empêchant le fonctionnement des chloroleucites verts normaux situés en profondeur.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les maladies du caféier au Congo indépendant.* Note de M. **E. De Wildeman**, présentée par M. Guignard.

Dans une note présentée en 1905 à une des séances de l'Académie des Sciences, M. J. Gallaud a attiré l'attention sur le *Pellicularia Koleroga*, champignon qu'il faut considérer comme un important ennemi des caféiers. C'est à propos de la découverte de cette espèce en Nouvelle-Calédonie, que l'auteur a insisté sur ce parasite et sur les moyens qu'il faut mettre en œuvre pour combattre son action.

Il nous paraît très probable que ce champignon, fort mal connu encore, est plus répandu qu'on ne le croit généralement. Parmi les matériaux rapportés par la Mission botanique et agricole d'Em. et M. Laurent, au Congo indépendant, nous avons trouvé un certain nombre de maladies de caféiers soit indigènes, soit mis en culture. Ces champignons ont été étudiés par M. le Prof. P. Hennings du jardin botanique de Berlin, qui a corroboré certaines déterminations d'Em. Laurent, entre autres celle du *Pellicularia Koleroga;* il a également trouvé dans ces récoltes l'*Hemileia vastatrix*. Le *Pellicularia Koleroga* attaque, au Congo, toutes les parties des caféiers, il forme des cordons mycéliens blanchâtres qui s'étendent des tiges sur les feuilles et les fruits, réunissant même entre elles plusieurs feuilles à la surface desquelles il étale ses ramifications plus ou moins dichotomes, présentant avec la toile de certaines araignées une assez grande

analogie. Le développement du champignon est parfois si intense que tiges, feuilles, fleurs et fruits sont réunis en une masse informe.

La maladie paraît n'avoir été observée au Congo que dans les régions où le caféier est très ombragé et par suite dans une station très humide; c'est dans des conditions similaires que le *Pellicularia* a été remarqué également ailleurs.

Em. Laurent n'a malheureusement pas consigné, dans ses notes prises au jour le jour, de remarques quant à la fréquence de la maladie que, d'après les échantillons d'herbier, nous pouvons signaler en trois points de l'État du Congo : Ikenge (Ruki), Basoko (Aruwimi) et environs de Bolomlo (Nouvelle-Anvers).

Quant à l'*Hemileia vastatrix*, il existe également au Congo, mais jusqu'à ce jour il ne paraît pas encore très répandu; il a été signalé par Em. Laurent en deux points seulement de l'Etat; à Idanga (Kasai) et à Malema (Aruwimi). Pas plus que pour le *Pellicularia* nous ne pouvons dire si la maladie était répandue dans la plantation; on peut cependant d'après les matériaux assez nombreux rapportés, considérer ce champignon comme assez fréquent dans les deux stations citées, où il végétait sur deux espèces différentes.

A côté de ces deux champignons vraiment dangereux, dont il convient de combattre les effets non seulement par des remèdes curatifs à appliquer aux plantes malades, mais surtout par des remèdes préventifs, la Mission Laurent a rapporté sur des feuilles de *Coffêa* les espèces de champignons suivantes, toutes nouvelles pour la science : *Septobasidium coffeicola* P. Henn., *Paranectria Wildemaniana* P. Henn, *Microthyrium Laurentiorum* P. Henn., *Microthyrium Leopoldvilleanum* P. Henn., *Diplodia Coffeæ* P. Henn., *Helminthoparium ubangiensis* P. Henn. et *Spegazzinia Coffeæ* P. Henn., dont nous ne connaissons pas encore l'importance au point de vue de la biologie du caféier. Ces espèces seront décrites dans le troisième fascicule de la « Mission Em. et M. Laurent ».

ZOOLOGIE. — *Remplacement des muscles vibrateurs du vol par des colonnes d'adipocytes, chez les Fourmis, après le vol nuptial.* Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Alfred Giard.

Lorsque les jeunes mâles et les jeunes reines des colonies de Fourmis sont parvenus à leur complète maturité sexuelle, on les voit sortir de leurs retraites souterraines et circuler autour de leur nid.

Bientôt, par une belle journée, pendant que les ouvrières de la colonie s'agitent en manifestant une vive inquiétude, les mâles et les reines, mus par l'instinct sexuel, abandonnent, sans retour, la famille où ils sont nés, où ils ont été élevés et où ils ont reçu tant de soins. Ils circulent d'abord, pendant quelques instants, sur le sol; puis ils cherchent un point de départ favorable, tel que l'arête d'une pierre ou l'extrémité d'un brin d'herbe, et, de là, s'élancent en ligne droite dans l'espace et disparaissent rapidement. C'est le vol nuptial.

Dans l'ensemble des Fourmis ailées qui s'envolent ainsi, de tous côtés, les mâles sont plus nombreux que les reines. L'accouplement a lieu au vol et, bientôt, à bout de forces et parfois emportés par le vent, mâles et reines retombent et jonchent le sol.

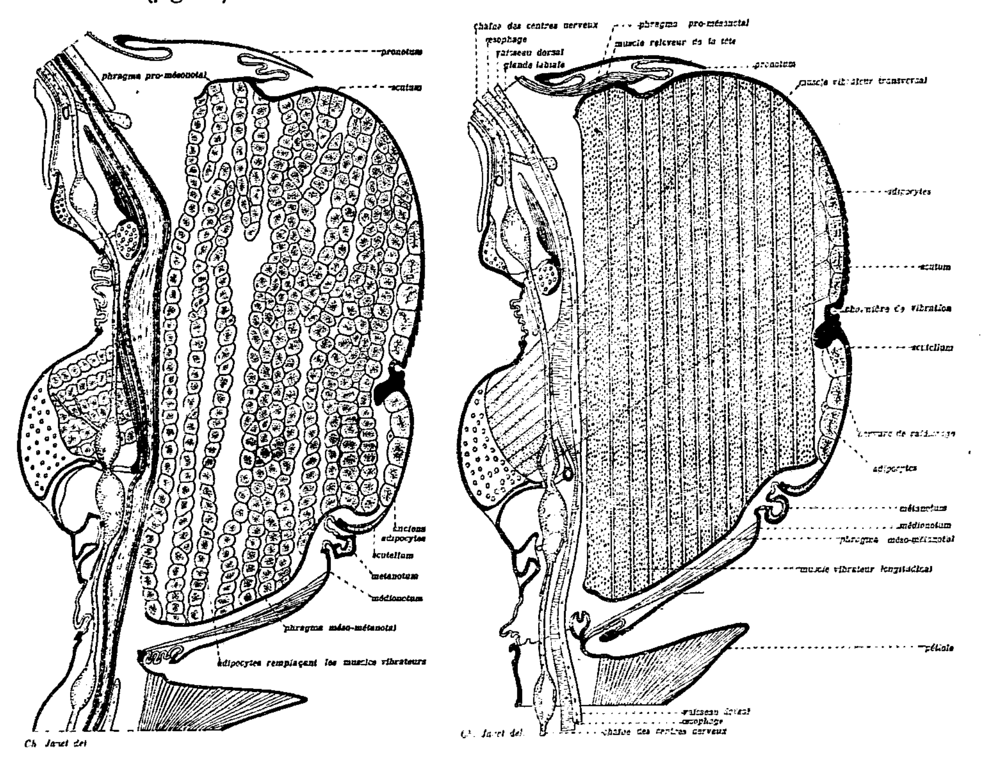
Les mâles ne savent pas subvenir à leurs besoins et, qu'ils soient ou qu'ils ne soient pas parvenus à s'accoupler avec l'une des jeunes reines qu'ils ont rencontrées et poursuivies dans les airs, leur existence est désormais sans utilité et sans but. Ils ne tardent pas à périr.

Les reines, au contraire, ne sont, à ce moment, qu'au début d'une longue carrière. Les observations de Lubbock et de Wasmann ont, en effet, montré que les reines de Fourmis vivent beaucoup plus longtemps qu'on ne le supposait avant eux, et j'ai moi-même conservé, dans mon laboratoire, une reine de Lasius alienus qui est morte, peut-être accidentellement, âgée de près de dix années.

Dès qu'elles sont retombées sur le sol, les jeunes reines se débarrassent de leurs ailes, organes qui sont devenus absolument inutiles pour l'existence sédentaire qu'elles sont destinées à mener. Ensuite, chacune d'elles se réfugie, solitaire, dans la première petite cavité favorable qu'elle rencontre et qu'elle sait, au besoin, agrandir et clore pour en faire le berceau d'une nouvelle colonie.

La dissection d'une jeune reine montre que la musculature productrice

des vibrations du vol constitue le plus volumineux de tous ses organes. C'est précisément au volume de cette musculature qu'est dû le développement, si considérable chez les Fourmis ailées, du corselet et en particulier du mésonotum, c'est-à-dire de ces deux surfaces tégumentaires qui, séparées par la charnière de vibration, constituent le scutum et le scutellum (*fig.* 1).



Or, pendant les quelques semaines que dure leur séjour dans le nid natal, les jeunes reines ne font absolument aucun usage de leurs ailes et, comme nous venons de le voir, elles se les arrachent aussitôt qu'elles sont retombées sur le sol après le vol nuptial.

L'énorme musculature du vol, le plus lourd et le plus volumineux de tous les organes de la jeune reine, ne fonctionne donc qu'une seule fois, et cela seulement pendant quelques instants, au cours de dix années d'existence !

Quel est le sort ultérieur de cette énorme masse musculaire devenue ainsi inutile au point de vue moteur ?

Il résulte d'une étude que je poursuis en ce moment, que les fibres des muscles vibrateurs du vol disparaissent complètement et qu'ils sont remplacés par des colonnettes d'adipocytes.

Cela est bien mis en évidence par les deux figures ci-dessus qui représentent en coupe sagittale, la première, le corselet d'une reine de Lasius niger fixée le jour même du vol nuptial, la seconde, le corselet d'une reine de la même espèce fixée dix mois plus tard.

J'indiquerai prochainement, lorsque mes recherches seront plus avancées : le processus de l'histolyse des muscles vibrateurs en question, le processus de l'histogenèse du tissu adipeux qui remplace ces muscles et, enfin, les conséquences de cette histolyse et de cette histogenèse au point de vue physiologique.

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle Myxosporidie de la Tanche commune.* Note de M. **Louis Léger**, présentée par M. Alfred Giard.

En examinant un lot de Tanches (*Tinca vulgaris Cuv.*) qui avait été adressé au Laboratoire de pisciculture de l'Université de Grenoble en vue de rechercher la cause d'une grande mortalité qui sévissait indistinctement sur tous les Cyprinides du bassin dans lequel elles vivaient, je reconnus que la plupart d'entre elles (environ 80 p. 100) étaient infestées par une Myxosporidie à Spores 4 capsulées et, par conséquent, appartenant au genre *Cloromyxum* dont elle constitue une nouvelle espèce.

Je me hâte de dire que ce parasite ne m'a pas semblé devoir être incriminé dans la forte mortalité des Poissons, celle-ci étant due, d'après mes observations, à une Chilodoniase intense, c'est-à-dire à un envahissement total de la peau et surtout des branchies par le *Chilodon cyprini* Moroff.

Le Myxosporidie à laquelle je donnerai le nom de *Chl. cristatum*, se rencontrait dans le liquide biliaire, libre ou réunie en petit amas floconneux comprenant un certain nombre d'individus,, mais jamais en aussi grande quantité que le *Chl. truttæ* qui, ainsi que je l'ai signalé précédemment et observé de nouveau ces jours derniers, est susceptible dans ces conditions, de déterminer des troubles graves chez la Truite.

Les états végétatifs, à endoplasme granuleux incolore limité par une couche ectoplasmique hyaline, sont de forme ordinairement massive, à

contour ovale ou irrégulièrement circulaire, sans pseudopodes saillants. Leur diamètre moyen est de 20 μ pour les adultes.

Les plus petits individus que j'ai observés possédaient seulement deux noyaux, mais ce nombre augmente rapidement avec la taille et il se forme finalement dans chaque individu, une seule spore, rarement deux. Après la maturité de la spore, le corps myxosporidien qui a conservé seulement deux noyaux de reliquat, se flétrit et disparaît. Les spores sont ainsi mises en liberté dans le liquide biliaire d'où elles gagnent l'intestin, puis l'extérieur.

Le spore de *Chl. cristatum* est sub-sphérique avec légère prédominance du diamètre sutural qui mesure de 10 à 11 μ. Les deux valves, dont la ligne d'accolement est ondulée, sont relevées chacune d'une dizaine de côtes ou mieux de crêtes très saillantes, à direction méridienne, ce qui donne à la spore, lorsqu'elle est vue par les pôles, l'aspect d'une roue dentée à 20 dents environ. Des quatre capsules polaires, deux légèrement plus petites, alternent avec les deux autres et possèdent un filament dévaginable un peu plus court que celui de ces dernières. Enfin, suivant la règle, la spore renferme un germe ou sporoplasma à deux noyaux. Ceux-ci, riches en chromatine, montrent une membrane chromophile à la surface de laquelle se voit un petit grain colorable qui est sans doute un centrosome.

L'étude du développement de la spore montre, avec la plus grande netteté, la formation des deux valves aux dépens des deux cellules pariétales dont j'ai signalé pour la première fois la présence dans les spores du Chloromyxum truttæ (¹), et que M. Hesse et moi (²) avons ensuite retrouvées dans tous les autres types de Myxosporidies.

Ici, ces cellules pariétales, à large noyau et très amples au début, entourent le contenu sporal (germes et capsules) sous forme de deux larges croissants. Puis, elles se rétractent sur le contenu en se plissant régulièrement suivant des lignes méridiennes, ce qui détermine les crêtes saillantes si caractéristiques de la paroi sporale, à la maturité.

Le *Chl. cristatum* doit prendre place à côté du *Chl. fluviatile* du Meunier et du *Chl. Truttæ* de la Truite, mais on le distinguera facilement de ces deux espèces par le nombre et la taille de ces spores ainsi que par la direction méridienne et la forte accentuation des crêtes valvaires.

(¹) L. Léger, *Sur une nouvelle maladie myxosporidienne de la truite indigène.* (*Comptes rendus*, 12 mars 1906.)

(²) L. Léger et E. Hesse, *Sur la structure de la paroi sporale des myxosporidies* (*Comptes rendus*, 19 mars 1906.)

MICROBIOLOGIE. — *Culture du spirille de la fièvre récurrente africaine de l'homme* (*Tick-fever*). Note de M. C. **Levaditi**, présentée par M. Roux.

Dans une note présentée à la Société de Biologie (séance du 7 avril 1906) nous avons montré que le procédé des sacs au collodion placés dans la cavité péritonéale des lapins, permet d'obtenir une culture pure et abondante du *Spirillum gallinarum*, agent provocateur de la septicémie des poules, découvert au Brésil par Marchoux et Salimbeni. C'était là le premier essai de culture d'un spirille pathogène, suivi de succès. Dans la suite, les résultats que nous avons obtenus en continuant ces recherches, n'ont fait que confirmer nos premières constatations; actuellement, notre série de culture est au treizième passage et le dernier sac, ouvert soixante-treize jours après le premier ensemencement, renfermait de très nombreux spirilles vivants et virulents.

Dans la note mentionnée, nous avons énoncé les résultats encourageants que la même méthode, appliquée à la culture du spirille de la *fièvre récurrente africaine* (*Tick-fever*), nous avait permis d'obtenir. Depuis, grâce aux quelques améliorations [1] apportées à notre procédé, il nous a été possible de cultiver en série ce spirille et de conserver presque invariable sa virulence, malgré les nombreux passages que nous avons réalisés [2].

Technique. — Des sacs en collodion ayant une capacité d'environ 2$^{cm^3}$ sont stérilisés dans des tubes renfermant de l'eau distillée. Au moment de l'emploi, on retire le contenu du sac et tout en laissant ce sac plonger dans l'eau distillée, on le remplit avec du sérum de *Macaccus cynomolgus* ou de *M. rhesus*, animaux sensibles à l'infection par le spirille de la Tick-fever. Le tube à essai renfermant le sac est ensuite placé pendant un quart d'heure dans un bain-marie chauffé à 70°; une fois refroidi, le sac est ensemencé avec quelques gouttes de sang défibriné provenant d'un macaque sacrifié en pleine infection spirillienne. Le sac préalablement fermé est placé dans la cavité péritonéale d'un lapin (ou d'un rat) et n'est ouvert qu'au bout de cinq à sept jours. A ce moment on réalise un nouveau passage, en ensemençant quelques gouttes du contenu dans un nouveau sac préparé comme il vient d'être indiqué.

---

(1) Ainsi, nous avons supprimé, comme étant nuisible à la culture du spirille de la fièvre récurrente, l'emploi de la gélose glycosée qui nous avait donné de bons résultats dans nos expériences avec le *spirillum gallinarum*.

(2) Le virus a été mis obligeamment à notre disposition par M. le Professeur R. Koch, que nous prions de recevoir ici tous nos remercîments.

Cette méthode permet de réaliser la culture du spirille de la fièvre récurrente de l'homme, dans un milieu demi-solide ; en effet, sous l'influence du chauffage à 70° et grâce à la pénétration de l'eau distillée à l'intérieur du sac, le sérum prend une consistance sirupeuse, très voisine de l'état solide. Notre première série de culture, commencé le 30 mars, est actuellement au huitième passage et représente 36 sacs; le dernier de ces sacs ouvert trente-sept jours après le premier ensemencement, contenait de nombreux spirilles très mobiles, libres ou légèrement agglutinés.

En général la culture du spirille de la Tick-fewer est moins abondante que celle du *Spirillum gallinarum*. La multiplication des parasites s'opère grâce à leur division transversale et débute déjà le deuxième jour; on constate à ce moment de très nombreux spirilles disposés deux par deux et réunis par un mince filament, destiné à se rompre lors de la division. Remarquable est la variabilité des dimensions des spirilles contenus dans le sac ; à côté d'individus relativement courts ayant 3 ou 4 ondulations, on en trouve d'autres extrêmement longs, constitués par 50 ou 60 tours de spire. *Néanmoins, la forme spirillienne est la seule que nous ayons rencontrée dans nos cultures.* Ajoutons que la mobilité des spirilles très accentuée dans les cultures jeunes, tend à diminuer dans le sac ayant séjourné plus de dix jours dans le péritoine et que, jusqu'à présent, la virulence de ces spirilles, pour la souris du moins, semble se conserver inaltérée.

Dans les sacs introduits dans la cavité péritonéale des rats, toute culture cesse au bout de trois passages. L'examen du contenu de ces sacs nous a montré la présence d'un grand nombre de *formes vibrioniennes* résultant d'une transformation involutive des spirilles. Ces formes, extrêmement mobiles, ont les dimensions d'une seule ondulation de spirille, possèdent des extrémités effilées et sont pourvues d'un ou deux grains colorables en rouge vif par le Giemsa [1]. La présence de ces grains de chromatine, ainsi que la forme de certains de ces « vibrions » pourraient faire penser à leur nature trypanosomique. Mais, l'absence de flagelle et de membrane ondulante d'une part, l'existence de ces formes à côté de spirilles nettement dégénérés d'autre part, permettent d'écarter cette hypothèse.

---

(1) Nous considérons ces grains de chromatine comme étant l'équivalent des noyaux des spirilles. Il est probable que chez les spirilles non dégénérés, l'enveloppe protoplasmique colorable en bleu par le Giemsa, cache entièrement la substance nucléaire du parasite ; celle-ci ne devient apparente que lorsque cette enveloppe de protoplasma subit des modifications dégénératives.

PATHOLOGIE. — *Sur la pathogénie de la tuberculose.* Note de M. **H. VALLÉE**. présentée par M. E. Roux.

Dans une note présentée à la Société de Biologie le 1er avril 1905, j'ai fait connaître le résultat d'expériences sur l'importance du rôle des voies digestives dans la production de la tuberculose pulmonaire. J'écrivais alors : « La prédominance des lésions pulmonaires chez un sujet porteur d'altérations même très discrètes de l'appareil digestif, n'autorise point à admettre que l'infection n'a pas été contractée par les voies digestives. » Quelques mois plus tard, étudiant chez le veau la valeur comparative de l'inhalation et de l'ingestion quant à leur aptitude à produire la tuberculose pulmonaire, j'aboutissais à ces conclusions : « que des divers modes d'infection, l'ingestion est celui qui réalise, le plus sûrement et le plus vite, la tuberculisation des ganglions annexes du poumon ; que la pénétration du bacille tuberculeux au niveau de l'intestin peut s'effectuer sans qu'il se produise de lésions apparentes appréciables de la muqueuse intestinale ou des ganglions mésentériques. » (Octobre 1905, Congrès de la tuberculose et *Annales de l'Institut Pasteur*.)

A cette dernière date, MM. Calmette et Guérin faisaient connaître le résultat de recherches sur le même sujet poursuivies sur de jeunes chevreaux et des chèvres adultes qui ingéraient des laits bacillifères ou qui recevaient, à la sonde œsophagienne, des quantités massives (10 à 20 centigrammes) de bacilles bovins virulents. D'accord avec M. V. Behring ils reconnaissent que « dans l'immense majorité des cas, la tuberculose pulmonaire ne se contracte pas par inhalation, mais bien par ingestion de poussières ou de produits bacillifères. »

MM. Calmette et Guérin constatent, au cours de leurs expériences, qu'il se fait toujours chez les jeunes chevreaux des altérations mésentériques et que « la tuberculisation pulmonaire ne survient que secondairement, alors que les ganglions mésentériques ne suffisent plus à retenir les bacilles tuberculeux et à les empêcher d'être entraînés dans la circulation lymphatique ». Chez les chèvres adultes, au contraire, ils relèvent toujours « l'apparition rapide de lésions tuberculeuses pulmonaires. Les bacilles ne laissent presque aucune trace de leur passage à travers le système lymphatique de l'intestin ».

Les constatations de MM. Calmette et Guérin étaient, en ce qui concerne la tuberculose pulmonaire des jeunes sujets, en contradiction avec mes

premières observations. Tandis que je signalais chez le jeune sujet (veau) la prédominance des lésions pulmonaires sur les altérations des ganglions mésentériques qui sont toujours discrètes et parfois même invisibles, MM. Calmette et Guérin observent constamment chez les chevreaux des altérations de ces derniers.

J'ai pensé que l'écart marqué, relevé ainsi, tenait à la quantité de bacilles bovins (parfois énorme) utilisée par ces savants dans leurs expériences. Dans mes essais, j'ai en effet mis en œuvre des quantités de bacilles infiniment moins considérables.

Comme en la matière il y a le plus grand avantage à obtenir des notions expérimentales qui permettent de conclure aux conditions de l'infection naturelle, j'ai réalisé pour de nouveaux essais les circonstances étroites de celles-ci.

Onze veaux, indemnes de tuberculose, âgés de huit à quinze jours, sont soumis, en dehors de toute cause de contamination accidentelle et jusqu'à l'âge de trois mois environ à l'alimentation quotidienne au lait cru fourni par quatre grosses vaches normandes, excellentes laitières. Trois de celles-ci, cependant indemnes de tout signe clinique ou suspect, réagissent à la tuberculine. Ces sujets sont donc porteurs de lésions de tuberculose et il est à supposer qu'ils fournissent, ainsi qu'il est bien démontré aujourd'hui, à certains moments, du lait virulent.

Le lait des quatre vaches est mélangé et chacun des veaux soumis à l'expérience reçoit une égale quantité du mélange.

A l'âge de quatre-vingt-dix, cent jours, tous les animaux sont tuberculinés et fournissent à l'épreuve une réaction positive. Les bêtes laitières tuberculeuses sont sacrifiées ; toutes trois présentent de massives altérations ramollies des ganglions trachéo-bronchiques et du médiastin. Les viscères sont indemnes de toute lésion apparente ; chez une seule d'entre elles on note dans la mamelle des lésions tuberculeuses minimes, inappréciables du vivant de l'animal.

Les veaux sont sevrés et conservés durant quatre semaines encore, puis sacrifiés à leur tour.

À l'autopsie, *neuf d'entre eux sur onze sont trouvés porteurs d'altérations tuberculeuses plus ou moins marquées, calcifiées en général, mais toujours très nettes, des ganglions bronchiques et médiastinaux*. Deux seulement portent une unique lésion pulmonaire, plus récente en apparence que la lésion ganglionnaire. Chez tous, les ganglions rétro-pharyngiens et cervicaux, le foie, la rate, sont indemnes. *Pas un seul ne présente la plus petite altération de l'un quelconque des ganglions mésentériques*; la plupart de ceux-ci normaux d'apparence et de volume, renferment cependant des bacilles de Koch décelables par inoculation au cobaye.

Il est incontestable, étant donnée la conduite de l'expérience, que c'est

bien par la voie intestinale que se sont constituées les lésions d'adénopathie trachéo-bronchique relevées à l'autopsie. Malgré l'extrême jeunesse des sujets, l'infection pulmonaire a pu évoluer sans qu'il se fasse de lésions mésentériques.

Tout comme celle de l'adulte, la tuberculose pulmonaire pure du jeune sujet, considérée comme primitive et d'inhalation, peut résulter d'une infection intestinale. Moins que jamais, l'on n'est autorisé à regarder la tuberculose pulmonaire comme résultant de la seule inhalation de poussières virulentes.

L'expérience qui précède, où les conditions naturelles de l'allaitement entrent seules en jeu, a une valeur particulièrement probante à ce point de vue. Nul ne peut prétendre que les choses se passent différemment chez le jeune herbivore et chez le jeune enfant. L'on s'expliquerait ainsi la fréquence de l'adénopathie trachéo-bronchique tuberculeuse, constatée chez les enfants de tout âge, morts incidemment, et l'on est très porté à considérer, modifiant en cela l'hypothèse de Behring, que maintes tuberculoses pulmonaires de l'adulte procèdent du réveil d'altérations tuberculeuses des ganglions bronchiques consécutives à une infection par les voies digestives dans le jeune âge, non exprimée par des adénopathies mésentériques.

GÉOLOGIE. — *Les terrasses de la vallée du Rhône en aval de Lyon.* Note de M. **de Lamothe.**

J'ai retrouvé le long de la vallée du Rhône, en aval de Lyon, des traces de la plupart des niveaux de terrasses découverts par moi dans la vallée de l'Isser (Algérie), et dont j'avais en 1901 démontré la concordance avec ceux de Valence, de Bâle et de la Haute-Moselle (1). J'énumère brièvement les principaux lambeaux observés, en indiquant leur *altitude relative* lorsque celle-ci a pu être déterminée avec une précision suffisante.

Niveau de 140^{m}. — C'est le niveau le plus remarquablement développé ; il est jalonné du Sud au Nord par les lambeaux de Générac (143^{m}), d'Estézargues (141-144^{m}), de

(1) De Lamothe. *Étude comparée des systèmes de terrasses de l'Isser, de la Moselle, du Rhône et du Rhin* (*B.S.G.F.* 4, I, 1901). — *Sur le rôle des oscillations eustatiques du niveau de base dans la formation des systèmes de terrasses de quelques vallées* (*Comptes rendus*; 10 juin 1901).

Trignan et de la fontaine de Mazade près Saint-Marcel d'Ardèche (137^m environ), de Mont-Jean et de Bellevue près Bourg-Saint-Andéol (133^m environ), du télégraphe de Valence (138^m environ), de Châteaubourg, de Vienne où le Rhône près de Seyssuel a laissé des traces d'un lit de 140^m, et enfin de Dardilly (143^m).

Niveau de 100^m. — Terrase de Pujaut au nord d'Avignon (98^m environ), célèbre par ses quartzites à facettes, de la forêt de Clary (102^m environ), de Chateauneuf-du-Pape (102-107^m), de Montélimar, de Foullouze près Valence, de Montbreton près Saint-Rambert, de Vienne (rive droite), du cimetière de Givors (103^m), du Morzes (100^m).

Niveau de 55^m. — Terrasses de Saint-Joseph à Pont-Saint-Esprit (55^m), de Saint-Marcel d'Ardèche (54^m), de Bourg-Saint-Andéol (54^m), du séminaire de Valence (46^m), de Chambalud, près Saint-Rambert, de Loire (52^m), de Chasse (55^m). Cette dernière se lie à des terrasses de même altitude relative qui bordent la vallée du Garon et correspondent à un ancien cours du Rhône contemporain de l'époque où le fleuve passait par Tassin (56^m).

Niveau de 30^m. — Il est bien marqué à Saint-Just près Saint-Marcel (29^m), à Valence (terrasse de la ville), à Saint-Rambert (30-31^m), au Péage de Roussillon, à Chasse (27^m).

Niveau de 15-20^m. — Il est jalonné par les terrasses de Saint-Gilles (17^m), de l'Ardoise (17^m), de Pont-Saint-Esprit (15-16^m), de Sainte-Colombe (17^m), de Villeurbanne (17-18^m).

L'indépendance et l'individualité de ces divers niveaux résultent aussi de ce fait que sur un grand nombre de points (Saint-Marcel, Valence, Saint-Rambert, Givors, etc.), ils se succèdent les uns au-dessus des autres, avec des altitudes relatives sensiblement égales et comparables.

Au-dessus du niveau de 140^m, il existe des traces d'anciennes alluvions alpines, à des altitudes relatives très variables : 200^m à Avignon, 275^m au Signal de Barry, 185^m à Soyons, 309^m à Crussol, 266^m à Châteaubourg, 260^m vis-à-vis Saint-Rambert, 187^m à Montagny. Mais ces données sont encore trop peu nombreuses pour permettre de préciser les niveaux auxquels peuvent correspondre ces lambeaux; d'ailleurs la plupart se trouvent entre Valence et Lyon, et il n'est pas impossible qu'ils représentent les débris des anciens cônes de déjection de l'Isère.

Il résulte, en tout cas, des faits déjà acquis, que les terrasses des environs de Lyon, de Saint-Rambert et de Valence, au lieu de plonger rapidement vers l'aval et de s'effacer à une faible distance de la limite des anciens glaciers, s'étendent jusqu'à la mer en conservant les mêmes altitudes relatives, comme je l'avais indiqué dès 1901. Si l'on remarque en outre que MM. Sevastos et Schaffer ont récemment retrouvé dans le bassin du Danube la série des niveaux de l'Isser, on est fondé à admettre : 1° que les déplacements du niveau de base à partir du Pliocène ancien et sous les réserves que j'ai faites en 1901, ont été *concordants* dans toute l'étendue

du bassin de la Méditerranée; 2° que la formation des terrasses est liée *exclusivement* à ces déplacements, et qu'elle est par suite *complètement indépendante des oscillations des glaciers;* 3° enfin, que l'on doit retrouver sur la rive nord de la Méditerranée les mêmes lignes de rivage que sur la côte algérienne.

GÉOLOGIE. — *Sur les relations tectoniques et stratigraphiques de la Sicile et de la Tunisie.* Note de M. **Émile Haug**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans les dernières séances de l'Académie, MM. Lugeon et Argand ont présenté, sur les nappes de charriage de la Sicile, deux notes d'un intérêt capital, qui éclairent d'un jour tout nouveau la question si délicate des relations tectoniques et stratigraphiques de la Tunisie et de la Sicile.

Lorsque l'on tente de raccorder, comme l'ont fait Coquand et M. Suess, les zones de plissement des deux pays qui se font face des deux côtés de Méditerranée, on éprouve des difficultés qui sont à la fois d'ordre stratigraphique et d'ordre tectonique.

J'ai montré antérieurement (1) que la direction des plissements dans le nord-est de la Tunisie s'opposait à un raccordement E.-O. des lignes directrices entre les deux terres voisines. Les plis du nord-est de la Tunisie sont en effet orientés S. O.-N. E. ou N.-S., ceux de la Sicile occidentale et des îles Egades sont, par contre, dirigés N. O.-S. E. Si par la pensée nous prolongeons ces plissements jusqu'à leur rencontre, nous constatons qu'ils se couperaient sous un angle aigu. « Si nous supposons qu'ils se « raccordent réellement, nous sommes obligés d'admettre qu'ils décrivent une courbe à « rebroussement, dont l'angle de rebroussement, très aigu, est ouvert vers le Sud, ce « qui serait tout à fait insolite dans les régions circumméditerranéennes. » Telle était ma conclusion de 1901 (2). Depuis, le troisième volume de la *Face de la Terre* de M. Suess nous a montré la généralité des rebroussements dans les Dinarides. L'existence d'un raccordement de cette nature entre les plissements de la Sicile et ceux de la Tunisie n'a donc rien qui doive nous surprendre, d'autant plus que la bissectrice de leur angle de rebroussement est jalonnée par les îles volcaniques de Pantellaria et de Linosa.

C'est d'ailleurs une loi générale que les arêtes de rebroussement constituent des lignes

---

(1) Emile Haug. *Sur quelques points théoriques relatifs à la géologie de la Tunisie* (*A. F. A. S. Congrès de Saint-Etienne*, 1897, p. 366-376).

(2) *Id. Géologie de la Sicile.* In *En Sicile, Guide du savant et du touriste*, publié sous la direction de Louis Olivier. Paris, 1891, p. 37.

de volcanisme intense (1) et cela non seulement dans les Dinarides (mer Morte, golfe Persique ; Maldives, Laquedives et Chagos, dans l'angle formé par l'arc iranien et par l'arc himalayen), mais encore dans plusieurs chaînes anciennes (chaîne des Puys, dans l'angle des plis armoricains et des plis varisques (2) ; ligne Cameroun-Annobon, dans l'angle du golfe de Guinée ; fossé de Christiania, suivant l'arête de rebroussement des plissements antécambriens).

La ligne volcanique Pantellaria-Linosa correspondrait donc à la jonction (*Schaarung*) de l'Atlas et de l'arc des Dinarides qui contourne le massif ancien de l'Aspromonte et des monts Péloritains.

Mais la comparaison des terrains sédimentaires qui constituent ces deux « guirlandes » fait ressortir immédiatement de profondes différences. Ainsi on constate l'absence totale en Tunisie du Permien à Céphalopodes, du Trias alpin, du Jurassique moyen (couches de Klaus), des calcaires à *Terebratula janitor*, de l'Urgonien, du Cénomanien et du Turonien à Rudistes, qui comptent parmi les termes les plus caractéristiques de la série sédimentaire de Sicile. Inversement, on ne connaît pas en Sicile le Sénonien vaseux et les grès de Numidie oligocènes, si développés l'un et l'autre en Tunisie. Par contre, on retrouve dans les deux régions le Lias moyen à *Terebratula Aspasia*, l'Argovien à *Peltoceras transversarium* et le Tithonique à *Ellipsactinia*. Le Néocomien à Céphalopodes, que l'on rencontre dans les pays de l'Atlas, depuis l'Oranie jusqu'à Hamman Lif, a été signalé également dans la Sicile méridionale. Le Cénomanien à « facies africain » repose en transgression sur les terrains cristallophylliens dans les monts Péloritains et en Calabre.

Or ce sont précisément les terrains, attribués par MM. Lugeon et Argand aux nappes charriées, qui manquent en Tunisie; les terrains autochtones de Sicile semblent, en revanche, présenter de grandes affinités avec ceux des pays de l'Atlas.

Dans ces conditions, *on doit supposer que les nappes charriées, dont la Sicile a conservé des témoins, n'ont laissé aucune trace en Tunisie. Elles existaient peut-être au-dessus de la série autochtone, mais l'érosion en aurait fait disparaître les derniers vestiges.*

Ce qui me conduit encore à admettre leur ancienne existence, c'est le fait, si bien mis en lumière par les travaux de M. Pervinguière, que le Trias lagunaire de la Tunisie se trouve en contact avec des terrains quelconques de la série sédimentaire. Il y a eu à son niveau comme un décollement sous l'action de poussées tangentielles agissant en surface, de

(1) *Id. Les géosynclinaux et les aires continentales* (*Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e série. t. XXVIII, 1900, p. 677).

(2) A. Michel-Lévy. *Sur la coordination et la répartition des fractures*, etc. (*Ibid.*, 3e série, t. XXVI, 1898, p. 115).

sorte que les terrains supérieurs au Trias se seraient plissés indépendamment de leur soubassement.

GÉOLOGIE. — *La racine de la nappe silicienne et l'arc de charriage de la Calabre.* Note de MM. **Maurice Lugeon** et **Emile Argand**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans toute la partie occidentale de la Sicile une grande nappe de recouvrement, qui comprend également l'archipel des Egades et les Madonie, prend racine au Nord sous les eaux de la mer Tyrrhénienne [1].

A l'est des Caronie, nous constatons le dernier lambeau de recouvrement de S. Fratello reposant sur les argiles de l'Eocène inférieur. Immédiatement à l'est de cette localité se développe le grand régime des phyllades, supposés siluriens, recouvert de témoins de terrains secondaires épargnés par les transgressions de l'Eocène inférieur qui forment d'épais amas de marnes, de grès et de conglomérats.

Il n'est pas certain que la grande nappe sicilienne se rattache au lambeau de Fratello et par celui-ci à la zone des phyllades et, en conséquence, aux Monts Péloritains, mais un phénomène aussi grandiose se comprendrait difficilement sans un entraînement du substratum cristallin ; sinon la nappe pourrait alors se continuer en Calabre par la ligne de contact anormal qui passe près de Castrovillari.

Une série de phénomènes assez paradoxaux nous entraîne à penser que la nappe sicilienne s'enracinait dans une chaîne cristalline courant au nord de la Sicile et dont les Monts Péloritains, l'Aspromonte et la Silla ne représentent que les restes.

Au sud-est de l'Etna, dans le Monte Judica existent des lambeaux de terrains secondaires, accompagnés de leurs inséparables argiles de l'Eocène moyen. Plusieurs de ces affleurements, comme celui du M. Turcisi, paraissent être de simples écailles qui font l'impression d'être nettement enracinées, mais la discontinuité de lambeaux triasiques entre Giardinelli et Stanganella, montre qu'il s'agit de lentilles qui devaient être primitivement enveloppées complètement dans les argiles de l'Eocène moyen. Ce sont donc des restes de la grande nappe de charriage sicilienne. Celle-ci s'étendait, en conséquence, sous tout le territoire occupé par l'Etna.

---

(1) *Comptes rendus*, 23 et 30 avril 1906.

Cette conclusion, tirée de la lecture de l'admirable carte géologique de la Sicile ainsi que de l'importante et très remarquable monographie due à M. Baldacci[1], nous oblige à chercher la racine de la nappe sicilienne dans les flancs méridionaux des monts Peloritains.

Or, en suivant le bord sud des phyllades, qui est le prolongement occidental des Monts Péloritains, nous voyons que la carte géologique présente une bande d'argiles de l'Eocène inférieur sur laquelle *surnagent*, de place en place, des lambeaux de terrains secondaires, détachés, pour ainsi dire, de la zone des phyllades. Le M. Gazani, le M. Mojele et le M. Corona, à quelques kilomètres au sud de Galati, sont des exemples typiques. Plus à l'est, dans la vallée de Roccella, nous constatons encore une étroite bande liasique et silurienne, supportée également par les argiles de l'Eocène inférieur, sous lesquelles on voit apparaître, à l'est de Mojo, de l'Eocène moyen. Celui-ci s'enfonce également, entre Mojo et Francavilla, sous l'Eocène inférieur du faciès péloritain.

La zone des phyllades qui chevauche sur l'Eocène moyen, par l'intermédiaire d'un coussinet d'argiles scallieuses de l'Eocène inférieure, représente l'amorce de la racine de la grande nappe sicilienne.

Aucune trace de cette nappe n'est visible entre la zone des phyllades et les lambeaux du M. Judica. Cette discontinuité est plus grande que celles que l'on observe dans l'ouest de l'île, mais il ne nous étonnerait point qu'un jour de grands lambeaux d'Eocène inférieur à facies péloritain, isolés dans l'Eocène moyen, à l'est de l'Etna[2], fussent considérés comme des restes de la nappe.

La marche vers le Sud, dans les Monts Péloritains, est témoignée par d'autres phénomènes, ainsi le chevauchement possible des gneiss anciens sur les phyllades, mais ces phénomènes paraissent d'un ordre différent.

Si la zone des phyllades est bien charriée, ainsi que paraissent le témoigner les levés de nos confrères italiens, il devient évident que le phénomène doit se propager vers l'Est, et que *tout l'ensemble de l'arc cristallin de la Calabre doit être considéré comme un arc de charriage.*

Cet arc s'est avancé dans les argiles de l'Eocène moyen; les transgressions miocènes n'ont pu l'abattre, pas plus qu'elles n'ont pu détruire entière-

---

(1) L. Baldacci, *Descrizione geologica dell' Isola di Sicilia* (*Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia*. Vol. I, 1886).

(2) Sur les feuilles « Etna » et « Nicosia » de l'*Atlas géologique de Sicile*.

ment la grande nappe sédimentaire de recouvrement dans la Sicile occidentale.

Nous croyons voir une confirmation de notre hypothèse dans les nombreuses failles décrites par M. Cortese dans l'extrémité sud de la Calabre. Nous pensons que ces failles qui longent le massif cristallin de l'Aspromonte, celles de Policastrello, de Pietrapaola, d'Antonimina, de Brancaleone, etc. sont des failles de chevauchement.

Vers l'Ouest, l'arc de charriage calabrais se prolongeant par les Monts Péloritains, se continuait au nord de la Sicile, conséquence forcée de notre hypothèse sur la nappe de la Sicile occidentale, et allait peut-être rejoindre les masses cristallines du nord de l'Algérie. Vers le Nord, les terrains cristallins de l'arc s'enfoncent sous les sédiments secondaires et éocènes de la Basilique. Il devient évident que de grandes conséquences doivent en découler et nous ne serions pas surpris si de grandes nappes de charriage étaient tôt ou tard découvertes dans les directions que nous indiquons.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur une méthode de prélèvement de l'eau de mer destinée aux études bactériologiques*, par MM. **P. Portier** et **J. Richard**.

L'appareil se compose d'une ampoule cylindrique de verre vert A, de 86 centimètres de longueur et de 16 millimètres de diamètre, à parois suffisamment épaisses pour résister à des pressions de 600 atmosphères et plus.

Cette ampoule se prolonge en bas par un court tube capillaire *b a* et en haut, par un long tube capillaire trois fois recourbé *c d e f g h* (¹).

On introduit une goutte d'eau dans l'ampoule A; on ferme à la lampe *a*, puis on réunit le long tube capillaire à une trompe à mercure; lorsque le vide est obtenu, on ferme à la lampe en *h*. Le tube vide d'air est alors stérilisé à l'autoclave à 120°; il est prêt à servir.

On l'introduit dans une boîte métallique à l'intérieur de laquelle il est fixé par des fils de cuivre de telle manière que la pointe *g h* soit tournée

(¹) Sur la figure les coudes successifs du long tube capillaire ont été écartés les uns des autres afin de rendre le dessin plus clair. En réalité, ils sont rapprochés les uns des autres et appliqués sur l'ampoule A. La fragilité de l'appareil et son volume sont ainsi diminués. La coupe de l'appareil (*fig.* 1 en haut) rétablit les rapports véritables des différentes parties.

vers le haut et sorte à l'extérieur de la boîte (fig. 3). L'appareil fixé sur le fil de sonde est descendu dans cette situation à la profondeur choisie; à ce moment, on libère [1] de toute entrave la boîte métallique qui est sus-

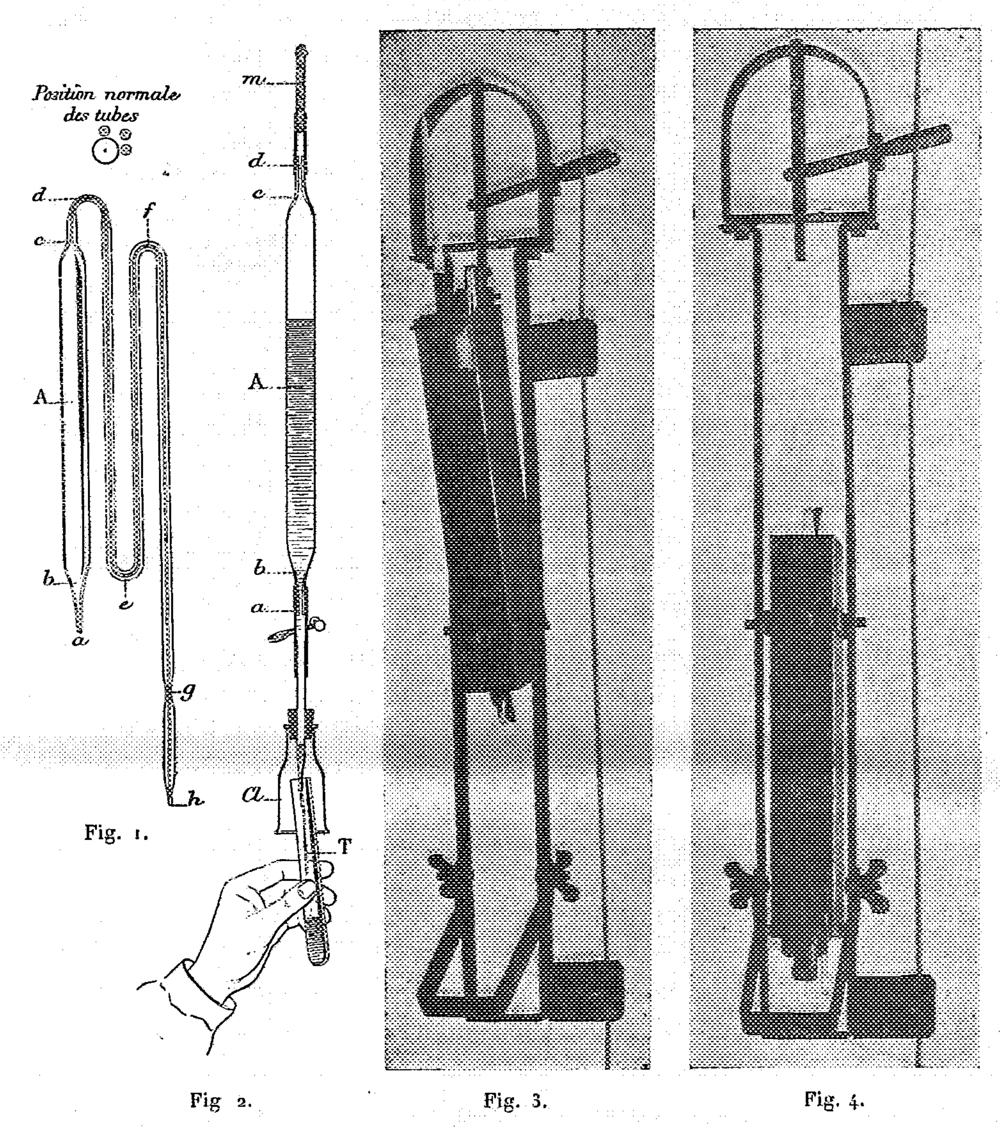


Fig. 1. Fig 2. Fig. 3. Fig. 4.

pendue par un collier situé au-dessous de son centre de gravité; elle se renverse, et, dans ce mouvement, le tube capillaire $f\,h$ vient frapper sur

[1] Soit par le jeu d'une hélice, soit par l'envoi d'un messager le long du fil de sonde.

un couteau métallique en un point *g* qui porte un rétrécissement; il se brise en ce point et l'eau de mer se précipite dans l'appareil vide qu'elle remplit (fig. 4). On remonte l'instrument; à mesure qu'il se rapproche de la surface, il se réchauffe, et la pression diminue, ce qui fait qu'une partie de l'eau contenue dans l'ampoule sort peu à peu en *g*. Le courant de sortie, et, d'autre part, la longueur du tube capillaire recourbé s'opposent pendant le retour de l'appareil à toute contamination du liquide de l'ampoule par l'eau de mer environnante. Des expériences de contrôle ont rigoureusement établi ce fait.

Une fois l'appareil à bord, on donne un trait de lime sur le tube *a*, on brise sa pointe, et on la flambe, puis on adapte sur ce tube un appareil stérilisé représenté à la partie inférieure de la figure (2). On donne ensuite un trait de lime en *d*, on casse le tube capillaire en ce point, et on rejette les sinuosités *d e f g h*. On flambe *d*, et on adapte sur lui un tube de verre bourré d'ouate, le tout stérilisé.

En pressant sur la pince à pression continue, on peut à l'abri de la petite cloche, transvaser le liquide de l'ampoule A dans une série de tubes de culture sans craindre aucune contamination (le tube *m* laisse rentrer dans l'ampoule de l'air stérilisé par filtration).

Tel est le dispositif que nous avons adopté après des modifications successives de notre appareil primitif auxquels nous ont conduits de multiples essais effectués au cours de plusieurs campagnes du yacht *Princesse Alice*. Sous sa forme actuelle, l'appareil permet de prélever de l'eau aux plus grandes profondeurs sans aucun danger de contamination.

Les principaux résultats de ces recherches seront prochainement publiés.

HYDROLOGIE. — *Sur les grandes crues de saison froide dans les bassins de la Seine et de la Loire.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Maurice Lévy.

Bassin de la Seine. — Si l'on range les totaux de pluie moyens des saisons chaudes (1[er] mai-1[er] novembre) dans ce bassin (1), de 1874 à 1904

(1) Totaux extraits des *Résumés annuels du service hydrométrique central du bassin de la Seine* (moyennes dites *géométriques* de 128 stations).

inclus, par ordre de grandeur croissante, et si l'on met en regard les cotes maxima de la Seine à Paris-Austerlitz et Mantes dans la saison froide suivante (1er novembre-1er mai), on observe ce fait remarquable que les 8 plus forts maxima (au moins $5^m,00$ et $6^m,42$ respectivement) sont dans la deuxième moitié du tableau comprenant les saisons chaudes, au nombre de 14, où le total des pluies a été supérieur à la moyenne de 380^{mm} ; même, 6 d'entre eux sont dans les 7 dernières lignes du tableau.

En vue d'arriver à vérifier une loi analogue pour la haute Seine et les affluents de la Seine, on peut, à cause des différences relativement faibles de régime pluviométrique général dans les divers bassins, se borner à comparer les mêmes totaux de pluie que précédemment et les cotes maxima des saisons froides suivantes pour chaque bassin : j'ai donc inscrit ces cotes dans le même tableau pour l'Yonne à Sens, la haute Seine à Bray, la Marne à Chalifert et Damery, l'Oise à Venette, l'Aisne à Pontavert, le Grand-Morin à Pommeuse (près Coulommiers), la source de Cérilly (Vanne, le débit maximum de novembre à juillet remplaçant ici la cote maxima de saison froide), etc.

On trouve alors dans la 2e moitié du tableau, surtout dans les dernières lignes, au moins les 4 plus forts maxima, avec une seule exception pour la haute Seine : parmi ses 7 plus forts maxima, un est dans la 1re moitié. Pour Cérilly, les 5 plus forts débits sont dans la 2e moitié, les 10 plus faibles dans la 1re. La loi est bien nette pour le Grand-Morin : les 10 plus forts maxima sont dans la 2e moitié, 6 d'entre eux dans les 6 dernières lignes.

J'explique ainsi ce fait pour le Grand-Morin : les fortes pluies de la saison chaude entretiennent l'imbibition du sol et peuvent contribuer à réaliser de bonne heure et plus uniformément le point de ruissellement. Celui-ci étant atteint plus tôt, la période dangereuse de la saison froide, celle où des pluies sérieuses de quelques jours peuvent réaliser une crue notable, se trouve allongée. L'étendue des terrains saturés a aussi chance d'être plus considérable, et la saturation y est plus complète. Dès lors, après une saison chaude pluvieuse, une grande crue est plus probable. L'inverse a lieu à la suite d'une saison chaude sèche.

Bien entendu, ces raisonnements, plus ou moins modifiés, peuvent s'étendre à une foule d'autres bassins ou de sources. On voit de même que, pour un grand bassin formé, comme le bassin de la Seine à Paris, de divers bassins partiels, en tenant compte des petites inégalités de régime

pluviométrique de ces bassins partiels, l'exactitude de la loi est, en général, d'autant plus probable que le bassin est plus grand.

Bassin de la Loire. — Il y a intérêt à étendre plus ou moins ces résultats à d'autres bassins que celui de la Seine. J'ai déterminé pour le bassin de la Loire les moyennes des totaux de pluie de chaque saison chaude pour 10 stations de 1872 à 1897 inclus, et j'ai formé un tableau analogue au précédent, en considérant la Loire à Tours, Saumur et Nantes, l'Allier à Moulins, le Cher à Noyers, la Vienne à Châtellerault. Ce tableau étant divisé en deux parties égales, à Nantes, les 8 plus forts maxima sont dans la 2e moitié, 5 d'entre eux dans les 5 dernières lignes; à Saumur, la loi est analogue (6 maxima au lieu de 8); de même pour la Vienne et le Cher.

A Tours, à l'amont du confluent de ces deux rivières, on obtient des résultats semblables, avec une exception; de même pour l'Allier [1]. La région de la Loire supérieure et de l'Allier est d'ailleurs, pour une part importante, comprise dans le Massif central, très montagneuse et imperméable; le régime pluviométrique et les pentes n'y sont plus les mêmes que dans le reste du bassin de la Loire et le bassin de la Seine; la saison froide y est beaucoup moins pluvieuse que la saison chaude, où les crues les plus fortes ont souvent lieu.

HYDROLOGIE. — *De la minéralisation des eaux souterraines et des causes de sa variation.* Note de M. **F. Dienert**, présentée par M. A. Carnot.

Les eaux souterraines rencontrent dans le sol des éléments solubles et dont la solubilité est augmentée par suite de la présence du gaz carbonique. Ainsi le carbonate de chaux, la silice, peu solubles dans l'eau pure, le sont beaucoup plus en présence de ce gaz.

Dans un sol déterminé, pour une certaine pression de gaz carbonique, les eaux souterraines renferment une proportion déterminée de corps dissous dont on peut apprécier la quantité au moyen de la conductibilité électrique. Lehnert, Th. Muller, Pleissner ont utilisé la méthode de Kolhrausch pour faire la mesure de la minéralisation des eaux souterraines.

---

[1] Ces résultats subsistent quand on ne tient compte que des pluies des cinq stations pluviométriques d'amont.

Depuis 1903 nous avons utilisé cette méthode pour suivre journellement la composition des sources captées par la Ville de Paris. Nous connaissons ainsi très rapidement les variations de la composition minérale de ces eaux et, pour compléter notre surveillance, nous en recherchons les causes.

Ce moyen est beaucoup plus sensible que l'analyse chimique. Des variations de 50 ohms de résistivité, très nettement décelées avec l'appareil de Kohlrausch donnent, à l'analyse chimique, des résultats incertains parce qu'ils demeurent dans la limite des erreurs possibles.

Au commencement de ces études nous fûmes obligés de faire une hypothèse provisoire. Nous admettions, qu'en temps normal, la minéralisation des eaux de source est constante ou varie très peu (20 à 25 ohms au maximum). Toutes les fois que nous trouvions une variation supérieure, elle tenait pour nous à une cause qu'il s'agissait de déterminer.

Pendant ces trois années d'études nous nous sommes assurés que notre hypothèse, formulée à titre provisoire, était bien l'expression de la réalité. En voici la démonstration :

Aux sources de l'Arve il existe une source qui est constante comme débit, température et limpidité : c'est la source du Breuil. Or depuis trois ans, en temps normal, c'est-à-dire en dehors des périodes de crue, sa résistivité électrique évaluée en ohms à 18° s'est maintenue entre 2.695 et 2.720 ohms. De même à la source de la Dhuys la résistivité se maintient à l'état normal comprise entre 2.120 et 2.140 ohms. Aux sources du Loing et du Lunain la majorité des eaux a conservé depuis deux ans une minéralisation très constante :

S. du Lunain (Saint-Thomas et Le Coignet). . .	2.350 à 2.375 ohms.
S. de Nemours (Chaintréauville et La Joie). .	2.730 à 2.760 —
S. de Bourron (Bignon)	2.340 à 2.350 —

Il existe donc des sources qui ont une minéralisation aussi constante qu'il est possible de l'imaginer dans des circonstances aussi complexes. Il est à remarquer que toutes ces sources sont excessivement pures et ne renferment généralement pas de bacilles du côlon quand leur résistivité se maintient constante. Toute variation de résistivité supérieure à 20 ou 25 ohms a donc une cause. A la suite des nombreuses études faites sur ce sujet depuis deux ans nous divisons ces causes de variation en deux catégories : la première comprend les causes ayant pour origine une variation dans le régime hydrologique souterrain, la deuxième comprend les infiltrations d'eau superficielle.

Ainsi aux sources de l'Arve la source des Graviers s'est troublée subitement le 29 janvier 1906. A ce moment il n'y avait aucune pluie qui pût produire cette altération de la limpidité. La résistivité électrique monta immédiatement de 3.808 ohms à 4.055 le lendemain. Au bout de 72 heures la résistivité et la limpidité de l'eau était revenue à ce qu'elles étaient avant le 28 janvier. Un accident souterrain (effondrement très probablement) avait été la cause de cette variation de résistivité.

A la source du Breuil la résistivité des différentes émergences n'est pas partout identique. En allant de l'amont vers l'aval on la voit augmenter régulièrement de 2.635 à 2.745 ohms. Quotidiennement nous ne prenons que le mélange de toutes ces eaux. Il arrive que par suite d'effondrements souterrains les débits de quelques-unes de ces émergences varient, d'où des variations de résistivité.

A la fin de juin 1905 on a mis à sec le canal du Loing. Peu de temps après, le débit de la source de Chaintréauville, voisine de ce canal, baissa rapidement. Sa résistivité descendit également rapidement de 2.760 ohms à 2.710 ohms. Une expérience récente, faite avec la fluorescine, nous a montré qu'à la suite de l'abaissement du niveau de cette source, des eaux ayant une résistivité voisine de 2.600 ohms venaient ressortir à la source de Chaintréauville, d'où variation de sa résistivité. Tous ces exemples intéressent les changements qui surviennent dans l'hydrologie souterraine.

L'arrivée d'eau superficielle a souvent une influence beaucoup plus sensible sur la résistivité électrique. Ainsi aux sources de l'Arve, au moment des crues, la résistivité monte de 2.800 ohms à 4.500 et même 5.000 ohms; à la source de la Dhuys elle augmente de 150 à 200 ohms, et à certaines sources de la Vanne de 50 à 200 ohms. Généralement, en même temps que la résistivité augmente, la limpidité des eaux s'altère.

Comme au point de vue de l'hygiène l'une et l'autre de ces causes de variation n'a pas la même importance, il faut pouvoir les distinguer. Il est alors nécessaire de rechercher en même temps *quantitativement le b. coli communis.*

Toute arrivée d'eau superficielle se produit dans la quinzaine qui suit une pluie. La résistivité électrique augmente ainsi que le nombre des germes du côlon et le débit.

Au contraire, une variation dans l'hydrologie souterraine se produit à toute époque de l'année. Elle peut être accompagnée d'une augmentation des germes du côlon, mais le cas est rare. La résistivité diminue le plus souvent ainsi que le débit, dans d'autres cas la résistivité augmente tandis que le débit et le nombre des germes du côlon diminuent; si, comme pour le cas d'une arrivée d'eau superficielle, la résistivité augmente ainsi que le débit et le nombre des germes de *b. coli communis*, on peut être certain que cette variation sera de très courte durée (24 ou 48 heures) dans le cas d'un changement dans le régime hydrologique.

Il se présente quelquefois des cas où les deux causes se superposent.

SPÉLÉOLOGIE. — *Sur les Abannets, de Nismes (Belgique).* Note de MM. **E. A. Martel** et **E. Van den Broeck**, présentée par M. Albert Gaudry.

En 1894, l'un de nous (*Les Abîmes*, p. 257), formulait explicitement cette hypothèse que certaines poches à phosphorite du Quercy « sont des avens, bouchés par la précieuse substance... et déjà ouverts béants au commencement de l'époque tertiaire ».

Basée sur les observations de Daubrée, Péron et Filhol, et sur les premières explorations scientifiques d'abîmes, effectuées de 1888 à 1894 avec Gaupillat et de Launay, cette hypothèse a été formellement adoptée et confirmée par les études et publications ultérieures de MM. Boule (*Bull. Soc. Géol.*, 15 mai 1899, p. 359), Fournier (*Bull. de la carte géologique*, n° 78, juillet 1900, p. 3), Thevenin (*Bull. de la carte géologique*, n° 95, 1903), Viré (*Congrès Soc. Sav.*, 1905, Sciences, p. 67). Pour ces quatre auteurs, les poches à phosphorites représentent bien les gouffres et cavernes des Causses à l'époque oligocène.

Au cours de nos recherches communes, dans le sous-sol de la Belgique, nous venons (fin octobre 1905), avec MM. Rahir, Maillieux et L. Bayet, de rencontrer, sur cette nouvelle notion géologique, une autre preuve, d'autant plus intéressante qu'elle est privée en fait du concours matériel de la Paléontologie.

Sur les plateaux calcaires de Nismes et de Couvin, l'examen, qui n'avait pas encore été fait, des excavations naturelles, et verticales, connues sous le nom local d'*Abannets*, nous a révélé que ces trous existaient certainement avant les dépôts de remplissage de l'étage tongrien et qu'ils forment des abîmes antérieurs à l'époque de l'Oligocène inférieur.

Les Abannets sont, en effet, de nos jours, de vastes entonnoirs, à orifice horizontal, pareils aux avens-types ; ils sont ouverts sur les pentes supérieures et les sommets des plateaux entre 30 et 70 mètres au-dessus des thalwegs *actuels*, dans le calcaire givétien (Dévonien moyen). Certains ont plus de 100 mètres de diamètre et dépassent 30 mètres de profondeur. Tous ont été (on en a les preuves historiques), depuis l'époque hallstattienne jusque vers 1840, l'objet d'actives exploitations minières pour l'extraction de la limonite et des sables qui en obstruaient le fond. Or, ces sables sont les témoins indiscutables d'une grande nappe oligocène, nettement caractérisée, dont les vestiges épars se retrouvent, nombreux, dans la contrée. Plusieurs géologues veulent même vieillir ces dépôts sableux jusqu'au Landénien (Éocène), alors que d'autres en font du Boldérien (Miocène).

D'un autre côté, les parois calcaires des Abannets *nettoyés*, portent les marques aussi

évidentes que profondes des dissolutions et érosions pratiquées par les eaux absorbées *avant* le remplissage. La similitude avec l'intérieur, des abîmes normaux d'absorption, est aussi parfaite que possible.

Avant l'Oligocène inférieur, un régime fluvio-lacustre, au moins Eocène, a sûrement fait fonctionner les Abannets, comme points absorbants de grandes masses d'eau, comme des captures souterraines pareilles à celles qui subsistent encore, mais de plus en plus réduites, dans la plupart des régions calcaires.

Beaucoup d'Abannets sont brusquement *arasés* à l'ouverture, sectionnés par la puissante dénudation, qui en a emporté la partie supérieure, postérieurement aux temps éocènes continentaux, ainsi qu'achèvent de le prouver les données de la tectonique régionale.

La plupart des poches à phosphorites du Quercy offrent le même caractère.

Les phénomènes hydrologiques du calcaire devaient s'épanouir autrefois avec une ampleur à peine soupçonnable aujourd'hui. Aussi est-ce de temps absolument reculés, entre le début du grand ridement post-houiller et la fin des temps secondaires, qu'on peut dater, avec de grandes chances de certitude, la formation *initiale* des Abannets. Favorisée par la fissuration tectonique intéressant toute une série d'anticlinaux calcaires, ce fut surtout l'érosion mécanique qui façonna le réseau de ces *abîmes*.

La limonite obstruant les Abannets s'est formée, postérieurement au remplissage tongrien, par corrosion des parois calcaires, et par mise en liberté du carbonate de fer, probablement aussi par altération et oxydation de la glauconie des dépôts sableux de remplissage.

Elle a bouché, comme un culot, les orifices d'échappement ancien et inférieur des gouffres, qu'on a ensuite artificiellement vidés.

Il ne serait pas impossible, quoique coûteux, d'achever de déboucher les orifices pour rechercher les relations qui continuent de nos jours (en ce qui touche l'engouffrement des eaux d'orages) entre les Abannets et le réseau hydrologique souterrain actuel; celui-ci s'étend notamment sur 2 700^{m}, sous le plateau dit : Pont d'Avignon, depuis l'*Adugeois* ou perte de l'eau Noire près Couvin, jusqu'à la résurgence de Nismes, avec *jalonnements* par plusieurs Abannets.

En résumé, les Abannets ne sont que les bas-fonds de points d'absorption d'eaux courantes, remontant à une antiquité considérable. Ces eaux coulaient bien entendu à un niveau beaucoup plus élevé que celui des plateaux actuels ; on ne saurait tenter d'évaluer ce niveau, qui s'est abaissé au fur et à mesure de la *décapitation*, aujourd'hui complète, de l'ancienne Ardenne, jadis colossalement plus élevée que de nos jours.

Ainsi les Abannets, curiosité hydro-géologique et paléo-géographique de la plus grande importance, sont une irréfutable preuve additionnelle :

1° De l'ancienneté très reculée du cavernement des calcaires.

2° D'une continuité absolue dans l'enfouissement souterrain et la réduction progressive des eaux courantes extérieures.

M. K. Popoff adresse une note intitulée : *Nouvelle méthode pour la détermination de la déviation de la verticale vers l'Est ou l'Ouest par les passages de la polaire.*

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

Ouvrages reçus dans la séance du 30 avril 1906.

Missions scientifiques pour la mesure d'un arc de méridien au Spitzberg, entreprises en 1899-1902 sous les auspices des Gouvernements suédois et russe. Mission Suédoise : S. II. B, S. V, S. VII. A, S. VIII. A, S. VIII. B, S. VIII. B^{I}, S. VIII. B^{II}, S. VIII. B^{III}, S. VIII. B^{IV}, S. VIII. B^{V}, S. VIII. C, S. X. Stockholm, 1903-1905 ; 12 fasc. in-4°.

Meteorologische Optik, von J.-M. Pernter, mit zahlreichen Textfiguren. Vienne et Leipzig, Wilhelm Braumüller, 1902 ; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Observations de l'éclipse annulaire du Soleil du 16-17 *mars* 1904 *à Pnom-Penh* (*Cambodge*), par M. N. Donitch, avec 2 phototypies. Saint-Pétersbourg, 1906 ; 1 fasc. in-4°.

Report made to the Solar Physics Committee, by Sir Norman Lockyer, *upon the work done in the Solar Physics Observatory, South Kensington, from* 1st *january to* 31st *décember*, 1905. S. l. n. d., 1 fasc. in-8°.

Annual report of the Director Kodaikanal and Madras observatories, for 1905. Madras, 1906 ; 1 fasc. in-4°.

Annual report of the board of regents of the Smithsonian Institution, showing the operations, expenditures, and condition of the Institution, for the year ending june 30, 1904. *Report of the U. S. National Museum.* Washington, 1906 ; 1 vol. in-8°.

Projet de réforme du Calendrier, par Pierre Saladiloff. Saint-Pétersbourg, 1905 ; 1 fasc. in-4°. (En langue russe.)

The primordial energy, by Benj. W. Sands. Springfield, Missouri, U. S. A., 1906 ; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 MAI 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

M. LE PRÉSIDENT annonçant à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de *M. Bischoffsheim*, académicien libre, s'exprime en ces termes :

« L'Académie est frappée d'un nouveau deuil : notre confrère M. Bischoffsheim vient de nous être enlevé.

« C'est lui qui avait doté la France de cet Observatoire de Nice qui est pour nous ce qu'est pour l'Amérique l'établissement du Mont Hamilton.

« Nous le devons non seulement à sa générosité, sur laquelle je n'insisterai pas parce qu'il n'aimait pas qu'on en parlât, mais surtout à ses conseils judicieux, à son robuste bon sens, à son énergie persévérante, à sa connaissance des hommes et des choses.

« Tous ses confrères aimaient sa bonté, sa simplicité, son affabilité, sa modestie, et le deuil de l'Académie sera un deuil pour chacun de nous. »

PHYSIQUE. — *Discontinuité des chaleurs spécifiques à saturation et Courbes de Thomson.* Note de M. **E. H. Amagat**.

1. Le réseau des variations des chaleurs spécifiques des fluides que j'avais entrepris il y a quelques années pour l'acide carbonique et que je n'ai pu terminer faute de données expérimentales suffisantes présente de grandes difficultés; l'une d'elles est le calcul de la variation brusque que subissent les chaleurs spécifiques, lorsque parcourant une même isotherme on passe de l'état de liquide saturé à celui de vapeur saturée. Le calcul de ces variations $(C - C')$ et $(c - c')$ (la lettre primée se rapportant dans la suite à l'état de vapeur) exige, entre autres, la connaissance des coefficients de pression $\left(\frac{dp}{dt}\right)_v$ et des valeurs de $\left(\frac{dv}{dt}\right)_p$ aux points où l'isotherme vient rencontrer la courbe de saturation; le calcul de ces dérivés exigerait au voisinage de la courbe en question la détermination d'un très grand nombre de points très rapprochés, cette étude délicate rentrait dans le programme que je m'étais tracé autrefois, et que la privation depuis de longues années de toute ressource expérimentale ne m'a pas permis d'accomplir; ce serait du reste se faire illusion que de chercher la solution de cette difficulté dans l'application de l'une quelconque des formes d'équation d'état données jusqu'ici, alors même qu'on en déterminerait spécialement les coefficients en vue de l'appliquer seulement au voisinage de la courbe de saturation.

2. Dans ma Note du 28 mai 1900, j'ai donné pour le calcul de $C - C'$ la formule suivante :

$$(1) \qquad C - C' = AT\left[(u' - u)\frac{d^2p}{dt^2} + \frac{d(u - u')}{dt}\frac{dp}{dt} + \left(\frac{d(u - u')}{dt}\right)_p \frac{dp}{dt}\right];$$

un calcul analogue, pour $(c - c')$, mais en partant des relations

$$(2) \qquad m = c + l\frac{du}{dt} \qquad m' = c' + l'\frac{du'}{dt}$$

conduit à :

$$(3) \qquad c - c' = AT\left[(u - u')\frac{d^2p}{dt^2} + \frac{d(u - u')}{dt}\frac{dp}{dt} - \left\{\frac{du}{dt}\left(\frac{dp}{dt}\right)_v - \frac{du'}{dt}\left(\frac{dp'}{dt}\right)_v\right\}\right].$$

D'autre part, on a adopté jusqu'ici la formule suivante :

$$c - c' = AT(u - u')\frac{d^2p}{dt^2} \qquad (4)$$

à laquelle se réduirait la relation (3) si on avait :

$$\left(\frac{dp}{dt}\right)_v = \frac{dp}{dt} = \left(\frac{dp'}{dt}\right)_v. \qquad (5)$$

La relation (4) qu'on obtiendrait en intégrant directement la suivante :

$$\frac{dc}{dv} = AT\frac{d^2p}{dt^2}. \qquad (6)$$

si on avait le droit de ne pas tenir compte de la discontinuité du phénomène, peut être obtenue au moyen d'une relation établie par J. Bertrand dans son traité de *Thermodynamique* (page 114); et qui peut facilement conduire à une regrettable confusion.

J. Bertrand applique la relation (6) au cas d'un mélange de liquide et de vapeur enfermé dans un espace clos de volume invariable ; désignant par K la chaleur spécifique de l'ensemble, il peut, remarquant que p est ici la tension maxima fonction de t seulement, faire l'intégration qui conduit à

$$K = AT\frac{d^2p}{dt^2}v + F(T) \qquad (7)$$

et comme la formule est valable pour toute valeur de v comprise entre u et u', il obtient en faisant v égal à u

$$c_1 = AT\frac{d^2p}{dt^2}u + F(T). \qquad (8)$$

c_1 étant, dit-il, *la chaleur spécifique du liquide à volume constant, puisqu'il n'y a plus de vapeur*.

Or il est bien évident qu'on pourrait de même écrire en faisant $v = u'$

$$c'_1 = AT\frac{d^2p}{dt^2}u' + F(T). \qquad (9)$$

On voit de suite qu'en retranchant (9) de (8) on obtiendrait (aux indices près que j'ai ajoutés pour éviter toute confusion), précisément la relation (4). Dès lors, d'où provient le désaccord entre les relations (3) et (4)? Il faut, ou que les relations (5) soient satisfaites ou que c_1 et c'_1 soient différents de c et c'.

Or K, comme le fait remarquer J. Bertrand, n'est ni la chaleur spécifique du liquide ni celle de la vapeur, il dépend des deux ; on doit même

ajouter qu'il dépend aussi de la chaleur latente de vaporisation, car en passant à volume égal d'un point S de l'isotherme T au point P de l'isotherme T + dT (voir figure ci-contre) on fait varier la proportion du liquide et de la vapeur. Est-il permis de dire que la limite de K, quand on arrive par exemple en A (pour $v = u$) en suivant la partie rectiligne de l'isotherme intérieure à la courbe de saturation, soit la même que la limite vers laquelle tend c, quand on arrive également en A en suivant la partie MA de la même isotherme extérieure à la courbe de saturation ; et ceci alors même qu'en arrivant en A dans le premier cas, il n'y a plus ni vapeur ni changement d'état.

3. Pour examiner de près la question, je supposerai d'abord que les isothermes aient bien la forme MAN que reproduit la figure conformément aux idées acceptées aujourd'hui par les physiciens.

Voyons d'abord si les égalités (5) peuvent exister; la figure montre de suite qu'on a

$$\left(\frac{dp}{dt}\right)_v = \lim \frac{\mathrm{CA}}{\Delta\mathrm{T}}, \quad \frac{dp}{dt} = \lim \frac{\mathrm{SP}}{\Delta\mathrm{T}}, \quad \left(\frac{dp'}{dt}\right)_v = \lim \frac{\mathrm{C'A'}}{\Delta\mathrm{T}}.$$

Il est facile de voir, d'après la forme des courbes, qu'on aura

$$(10) \qquad \left(\frac{dp}{dt}\right)_v > \frac{dp}{dt} > \left(\frac{dp'}{dt}\right)_v$$

par suite c et c' diffèrent de c_1 et c'_1.

Pour nous rendre compte de ce résultat, reprenons l'une des relations (2), la première, par exemple, écrivons-là sous la forme

$$(11) \qquad m\,dt = c\,dt + l\frac{du}{dt}\,dt, \quad \text{soit} \quad m\,dt = c\,dt + \mathrm{AT}\,\frac{dp}{dt}\,\frac{du}{dt}\,dt.$$

Comme m est la chaleur spécifique de vapeur saturée, mdt est la quantité de chaleur correspondant à la transformation élémentaire AB.

La relation (11) substitue à cette transformation les deux transformations AC et CD, négligeant des quantités de second ordre, dont l'aire BAC.

Les deux transformations ont lieu en dehors de la courbe de saturation, par suite $\left(\frac{dp}{dt}\right)$ est ici le coefficient de pression et on doit écrire

$$(12) \qquad m\,dt = c\,dt + \mathrm{AT}\left(\frac{dp}{dt}\right)_v \frac{du}{dt}\,dt.$$

Mais on pourrait, négligeant de même des quantités de second ordre, aller de A en B, en effectuant les transformations BD et DA intérieures à la courbe de saturation ; il est facile de voir qu'on aurait alors :

$$(13)\qquad m\,dt = c_1\,dt + \mathrm{AT}\frac{dp}{dt}\frac{du}{dt}\,dt.$$

c_1 étant défini absolument dans la formule de J. Bertrand. Des relations (12) et (13) on tire

$$(14)\qquad c - c_1 = \mathrm{AT}\,\frac{du}{dt}\left[\left(\frac{dp}{dt}\right)_v - \frac{dp}{dt}\right].$$

On aurait de même en A′

$$(15)\qquad c' - c'_1 = \mathrm{AT}\,\frac{du'}{dt}\left[\left(\frac{dp}{dt}\right)_v - \frac{dp}{dt}\right]$$

et par suite d'après (10)

$$c > c_1 \qquad\qquad c' < c'_1.$$

D'après ce qui précède la relation (4) doit donc s'écrire

$$(16)\qquad c_1 - c'_1 = \mathrm{AT}\,(u - u')\,\frac{d^2p}{dt^2}.$$

Si on y remplace c_1 et c'_1 par leurs valeurs tirées de (14) et (15), on retrouve précisément la relation (3). Par suite, on peut arriver directement à la relation (16) sans passer par la formule de J. Bertrand, en éliminant $(c - c')$ entre les relations (3) (14) et (15).

Ainsi donc : il y a lieu de distinguer en chaque point de la courbe de saturation deux chaleurs spécifiques à volume constant.

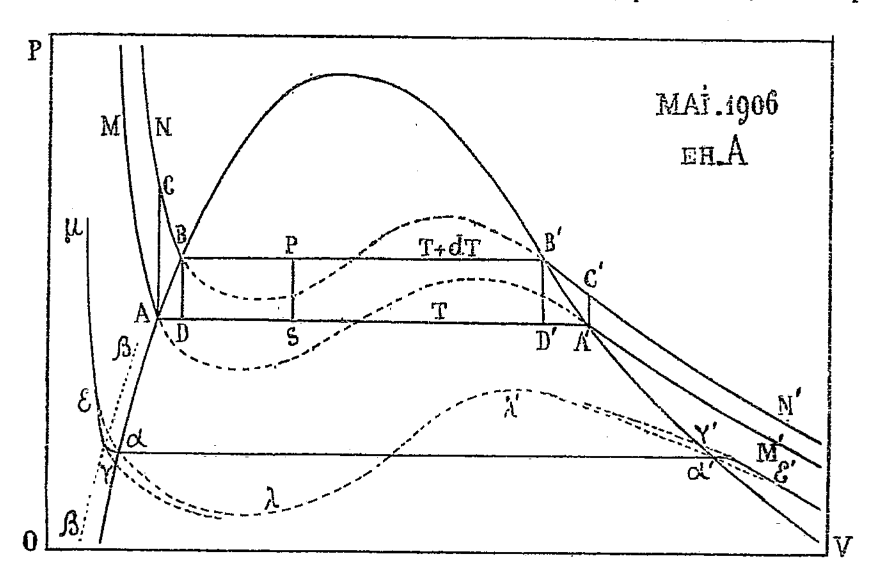
Les discontinuités correspondantes $(c - c_1)$, $(c' - c'_1)$ dues à la présence des points anguleux vont en diminuant avec les différences exprimées par les relations (10) au fur et à mesure qu'on s'approche du point critique où elles finissent par disparaître.

La relation (4) devient maintenant exacte, à la condition de l'appliquer aux secondes chaleurs spécifiques c_1, c'_1 qu'on n'avait pas distinguées des premières.

De même, si au moyen des relations (2), on déduit la valeur des chaleurs spécifiques à volume constant de la connaissance des chaleurs spécifiques de liquide ou de vapeur saturés m, m', en remplaçant l par $\left(\frac{\mathrm{L}}{u - u'}\right)$, ainsi que l'a fait M. Mathias dans un mémoire important et bien connu, les

chaleurs spécifiques ainsi obtenues sont celles de seconde espèce, car la substitution revient à remplacer l par $AT\left(\frac{dp}{dt}\right)$ et non par $AT\left(\frac{dp}{dt}\right)_v$.

4. Tout ce qui précède suppose aux isothermes la forme généralement adoptée aujourd'hui; nous arrivons à ce résultat singulier que de part et d'autre de la courbe de saturation, nous avons en A par exemple, un même liquide qui dans des conditions identiques de température de pression et de volume n'a pas les mêmes propriétés physiques, et ceci, tout en restant sur l'isotherme normale dans des conditions où, par suite, le corps ne



saurait être *dans l'un des états particuliers qui correspondent aux retards dans les changements d'état*, ainsi que cela est considéré comme ayant lieu sur les courbes de Thomson; comme du reste le résultat en question est uniquement dû à la présence des points anguleux d'où résultent les inégalités (10), il est permis de se demander si ces points anguleux existent réellement.

Cette question a déjà été soulevée au sujet de considérations toutes différentes, M. A. Perot en particulier dans un excellent travail sur la densité de vapeurs saturées, a montré que les résultats de Herwig relatifs à l'alcool à 57° 8, permettent la construction d'une courbe qui, sans que cela s'impose du reste, peut être raccordée avec la partie rectiligne.

S'il en était réellement ainsi, au lieu d'une discontinuité en A ou A', on aurait seulement une variation très rapide de c, dans une région comprise entre la courbe de saturation et une courbe telle que $\beta\beta$ se rapprochant de plus en plus de la première et se raccordant avec elle au point critique. D'après les calculs que j'ai faits avec les données dont je dispose ces deux courbes seraient extrêmement voisines, l'espace compris entre ces deux courbes serait pour ainsi dire une zone de changement d'état extrêmement resserrée, les points anguleux n'étant que plus ou moins émoussés; il y aurait alors lieu de considérer encore deux séries de chaleurs spécifiques, celle de première espèce c, c' sur les courbes $\beta\beta$, et celle de seconde espèce c_1, c_1' sur la courbe de saturation proprement dite.

On pourrait du reste, ici encore, prolonger l'isotherme normale par des courbes de Thomson raccordées correspondant aux retards des changements d'état; on conçoit même ce raccordement comme possible de plusieurs façons, il peut être fait par exemple en ε ou en γ, comme l'indique la figure; peut-être même pourrait-il exister sous ces deux formes qui correspondraient aux deux sens dans lesquels le point figuratif des phénomènes peut parcourir l'isotherme. Dans le cas du raccordement en ε, le cycle complet formerait quatre boucles dont la somme des aires devrait être nulle conformément à la théorie.

On voit dans tous les cas par ce qui précède tout l'intérêt qu'il y aurait à entreprendre une étude particulière des isothermes dans le voisinage immédiat de la courbe de saturation.

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Rapports simples des actions dynamiques du muscle avec l'énergie qui les produit*, note de M. **A. Chauveau.**

Lorsqu'après avoir équilibré le poids des mobiles qu'elle soutient, la *force élastique* que l'état de contraction crée dans le muscle subit un accroissement, la *masse* du mobile *libre*, peut en recevoir de la *vitesse*, qui entraîne le mobile en un mouvement ascensionnel uniforme. C'est cette *action* ou *effet dynamique*, considéré en soi, s'ajoutant à l'*action* ou *effet statique*, que j'ai l'intention de mettre en présence de l'*énergie* qui, pour le produire s'ajoute à l'*énergie* déjà *dépensée* dans la production de la contraction statique.

La *force musculaire*, en s'employant ainsi *immédiatement* à la création

de ces deux *effets statique* et *dynamique*, crée *consécutivement* le *travail mécanique* qui en dérive. Il y aura lieu de le comparer à son tour à l'*énergie créatrice*. Mais c'est là une question spéciale, qu'il ne faut pas mêler, pour le moment, à celle des rapports qui existent entre cette *énergie* et les *effets immédiats, statique* et *dynamique*, de la *force* qu'elle engendre. Ce n'est pas du reste, s'éloigner des concepts de la mécanique générale que d'aborder l'étude de l'*énergie créatrice* de ces *actions immédiates* de la *force musculaire*, sans préoccupation actuelle de la *quantité de mouvement*, mv, créée en même temps ou du *travail mécanique* (*force vive en puissance*, $1/2\, mv^2$) qui en résultera.

D'un autre côté, il y a grand avantage, au point de vue vue physiologique, à connaître tout d'abord les conditions générales de la participation respective de ces deux *actions* à la dépense d'énergie qu'entraîne le *travail intérieur* du moteur-muscle. On n'a qu'à gagner à considérer isolément ce *travail intérieur* dans chacun des deux cas où il intervient : 1° lorsqu'il produit l'*effet* purement *statique*, c'est-à-dire l'*action équilibrante*, d'où résulte la parfaite *mobilité* de la *masse* des corps sur lesquels agit la *force* développée par la contraction musculaire ; 2° quand l'accroissement de la contraction et le raccourcissement qui en résulte dans le muscle amènent l'*effet dynamique* qui communique de la *vitesse* aux corps ainsi rendus mobiles.

Ma première Note (Séance du 30 avril) s'est expliquée sur le cas des *actions équilibrantes* ou *statiques*. Il faut maintenant aborder celui des *actions dynamiques*, en montrant d'abord comment il est possible d'étudier *isolément*, avec la même sûreté, l'*effet dynamique* qui donne de la *vitesse* à la *masse* des mobiles dont le poids a été parfaitement équilibré ou neutralisé.

Aucun obstacle ne s'oppose à l'acquisition de données précises sur la valeur de l'*énergie* nécessaire à la production de l'*effet dynamique* de la force musculaire, en addition à l'*énergie* déjà dépensée pour produire l'*effet statique*.

N'oublions pas qu'on rencontre quelques impedimenta dans la poursuite de cette détermination de l'*énergie* spécialement affectée à la création de la *vitesse* imprimée aux mobiles par l'accroissement de la *force équilibrante*. La *vitesse* n'est pas le seul effet qui résulte de cet accroissement. Elle s'accompagne constamment d'effets secondaires concomitants.

Ainsi l'accroissement de *force* qui crée la *vitesse* pourvoit aussi : 1° à l'annihilation de l'adhérence que le poids du mobile provoque entre les

surfaces articulaires des leviers osseux ou celles des intermédiaires extérieurs, immédiatement avant et pendant le mouvement, c'est-à-dire au *démarrage* et à la *neutralisation* des *résistances de frottement*; 2° à la mise en train du muscle, dans ses passages de l'état de relâchement *passif* à l'état de tension *active*, passages d'autant plus répétés que le muscle entraîne les mobiles plus vite sur un plus long parcours.

Heureusement la part de *force* que réclament ces deux actions est proportionnelle au poids des mobiles induits en *vitesse*. Il suffit donc que ce poids reste constant pour assurer, de ce côté, la correction des résultats des expériences faites sur les rapports de la *force* avec la *vitesse* qu'elle engendre.

Il est vrai qu'on ne ne peut pas supprimer l'influence de la répétition même des mises en train du muscle agissant sur un mobile de poids constant, puisque c'est justement en faisant varier le nombre de ces mises en train qu'on fait varier la *vitesse* des mouvements imprimés aux mobiles. Mais ce nombre varie exactement comme la dite *vitesse*, c'est-à-dire comme le chemin parcouru par le mobile dans l'unité de temps. Grâce à cette parfaite symétrie, la coexistence des deux *effets dynamiques* de l'accroissement de la force élastique du muscle ne saurait s'opposer à la constatation de la simplicité ou de la complexité de leurs relations avec l'énergie d'où ils procèdent. Si une certaine complexité était introduite par l'un d'eux dans ces relations, elle se traduirait nettement dans les résultats d'ensemble. Ceux-ci peuvent donc donner des renseignements exacts sur les rapports de la *vitesse* du déplacement des mobiles, par la *contraction dynamique* des muscles, avec l'*énergie créatrice* de l'accroissement de *force* auquel est due cette *vitesse*.

Ces rapports, tout aussi simples que ceux du *travail statique* avec l'énergie qui y est consacrée, sont exprimés dans la proposition suivante :

L'énergie créatrice de l'accroissement donné à la force équilibrante pour imprimer de la vitesse à un mobile, préalablement équilibré, est proportionnelle à cette action dynamique, c'est-à-dire à la vitesse avec laquelle le mobile est entraîné par la contraction dynamique.

C'est une proposition exactement parallèle à celle qui exprime la simplicité des rapports de l'*action statique* avec l'énergie qui la produit. J'y ai été amené par des expériences récentes. Mais cette proposition découle aussi d'anciennes expériences qui ne la visaient pas et qui sont ainsi plus démonstratives. Elles me fournissent deux ordres de faits importants.

Les uns ont été constatés en 1904 (¹) dans mes expériences sur les muscles moteurs de l'avant-bras, fléchisseurs et extenseurs, appliqués en alternance, par l'intermédiaire d'un appareil spécial, au soulèvement continu plus ou moins rapide, de la même charge. Les autres datent de 1901 (²). Ils ont été obtenus chez un sujet qui faisait du *travail moteur* ou du *travail résistant* par *montée* ou *descente* de son propre poids sur la roue de Hirn, à des vitesses variées.

Dans les deux cas, la dépense énergétique entraînée par l'état d'activité des muscles était appréciée d'après le surcroît d'oxygène absorbé pendant la période de travail.

Il faut considérer ces deux cas indépendamment l'un de l'autre.

Premier cas. — Le sujet mis à l'appareil faisait travailler ses muscles moteurs de l'avant-bras pendant trois minutes seulement, pour éviter toute influence troublante de la fatigue sur la dépense. Il mettait en mouvement un mobile de poids de 1^{kg}1/2, auquel le sujet faisait effectuer, en une minute, un parcours de : 4^{m},42 ; — 8^{m},84 ; — 13^{m},26 ; — 17^{m},68. Autrement dit, la vitesse imprimée à la contraction dynamique et au mobile qu'elle entraînait variait comme 1, 2, 3, 4.

Quelles ont été, avec ces quatre vitesses, les dépenses énergétiques qui se sont ajoutées, du fait de l'*action dynamique* régulièrement croissante du moteur-muscle, à la dépense de son *action statique?* La réponse est donnée par le *Graphique* n° 1, représentatif de la dépense que le travail musculaire a ajoutée à celle de l'état de repos. On y a placé les *vitesses* en abscisses et l'*énergie dépensée* en ordonnées. Cette dépense, exprimée en centimètres cubes d'oxygène, a été respectivement, avec chacune des quatre vitesses : 96, 150, 198, 244. La croissance indiquée par les différences existant entre ces quatre nombres est d'une régularité parfaitement suffisante pour constituer, dans des expériences de cette nature, une démonstration remarquable de la proposition énoncée, tout à l'heure, sur la simplicité constante des rapports que les *actions dynamiques* entretiennent avec l'*énergie* qui les crée.

Deuxième cas. — Il s'agissait d'un sujet travaillant sur la roue de Hirn, avec des vitesses qui auraient été capables de soulever son poids, en une heure, aux trois hauteurs suivantes : 302^{m}, 431^{m}, 554^{m}. Le travail ne durait que huit à dix minutes, toujours pour éviter la fatigue. D'après la détermination des échanges respiratoires, les

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1669 et suiv. — *Le travail musculaire et sa dépense énergétique dans la contraction dynamique*, etc.

(²) *Id.* T. CXXXII, p. 194 et suiv. *La dépense énergétique qu'entraîne respectivement le travail moteur de l'homme qui s'élève ou descend sur la roue de Hirn. Evaluation d'après l'oxygène absorbé dans les échanges respiratoires.*

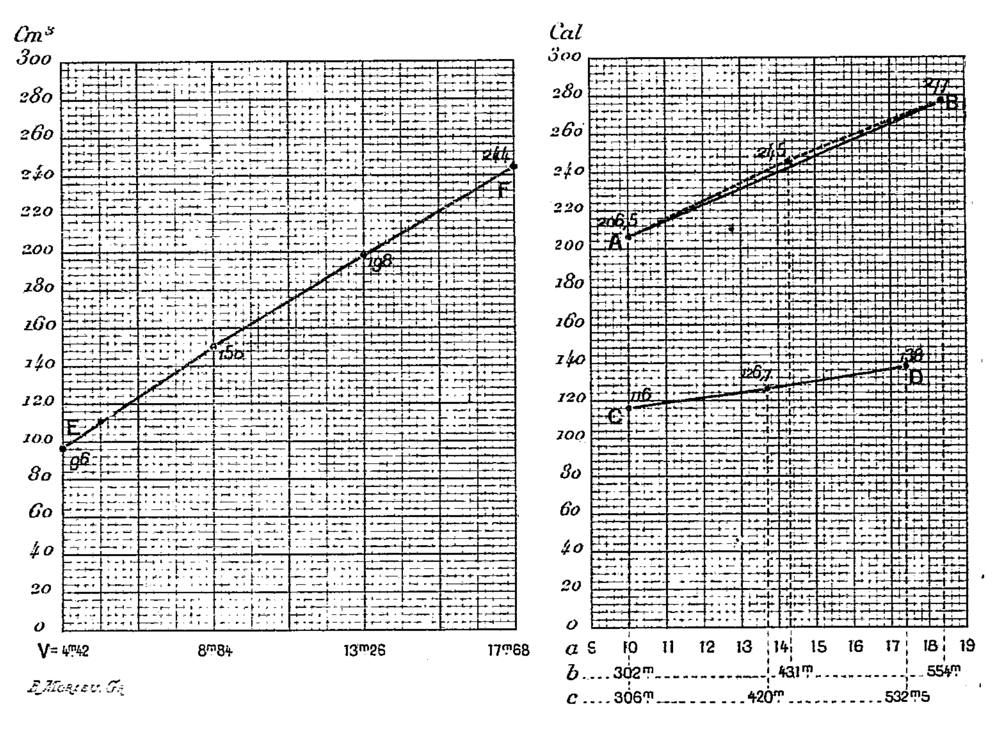


Fig. 1. Fig. 2.

Graphiques représentatifs de l'énergie liée à la création de la vitesse avec laquelle s'effectue la contraction dynamique des muscles. — La forme des diagrammes démontre que l'énergie est en rapports simples avec l'*action dynamique* produite.

N° 1. — *Un mobile est soulevé plus ou moins haut dans le même temps, par les muscles moteurs de l'avant-bras. Les parcours (sur l'axe des abscisses) et la dépense énergétique exprimée en O^2 absorbé (ordonnées) sont calculés pour une minute.*

EF. Diagramme de l'accroissement de la *dépense énergétique* du travail musculaire, en fonction de l'accroissement de la *vitesse* imprimée à la *contraction dynamique.*

N° 2. — *Un sujet monte ou descend plus ou moins vite son propre poids sur la roue de Hirn. Les chemins parcourus et l'énergie dépensée, exprimée en calories, sont calculés pour une heure.*

a. Echelle pour placer sur l'abscisse les vitesses représentées par la longueur des chemins parcourus

b. Parcours, en mètres, pendant les montées.

c. Parcours, en mètres, pendant les descentes.

AB. *Travail moteur.* Diagramme de l'accroissement de la *dépense énergétique* totale du sujet en fonction de l'accroissement de la *vitesse* avec laquelle il effectue la *montée.*

CD. *Travail résistant.* Diagramme de l'accroissement de la *dépense énergétique* totale du sujet en fonction de l'accroissement de la *vitesse* avec laquelle il effectue la *descente.*

quantités d'oxygène consommées dans chacune des périodes de l'expérience auraient été pour une heure : $44^{l},9$; — $53^{l},4$; — $60^{l}3$. La dépense d'énergie que représentent ces quantités de O^2, considérées comme ayant été appliquées à la combustion de la graisse des réserves (le sujet était en état d'inanition), valait, en unités caloriques $206^{cal},5$; — 245^{cal} ; — 277^{cal}.

Le *Graphique* n° 2 a été construit pour montrer les rapports de l'accroissement de cette *dépense* avec celui de la *vitesse* du déplacement du sujet pendant son *travail moteur* (*montée* sur la roue). C'est la ligne A B qui représente ces rapports. Pour la tracer, on a réuni par une droite les sommets des deux ordonnées extrêmes. Or celui de l'ordonnée intermédiaire est placé lui-même presque sur le trajet de cette droite. Il se trouve bien un peu au-dessus; mais ce n'est là qu'un de ces écarts négligeables qu'on ne saurait éviter dans celles des expériences de physiologie où l'on n'est jamais sûr de réaliser exactement l'identité des conditions du sujet.

L'expérience n'a pu, en effet, être faite qu'une seule fois, en raison d'un dérangement survenu dans le mécanisme de l'appareil, qui ne permettait plus que le *travail résistant*. Je possède un certain nombre d'expériences sur ce *travail résistant* (*descente* sur la roue). Les résultats fusionnés m'ont permis d'obtenir une moyenne qui est représentée par la ligne CD, montrant avec une rare précision l'influence exercée, sur la *dépense d'énergie*, par les changements de *vitesse* du déplacement du sujet. *Cette ligne* CD *est, en effet, une droite à peu près irréprochable.*

CONCLUSION. — *Pour communiquer une vitesse déterminée à la masse d'un mobile préalablement équilibré par la force élastique des muscles en état de contraction statique, il faut que la force primitive et l'énergie qui la crée s'accroissent ensemble proportionnellement à la vitesse communiquée au mobile au moment où la contraction statique se change en contraction dynamique.*

Donc il n'y a que des rapports simples entre les actions dynamiques du moteur muscle et l'énergie qu'elles dépensent [1].

MÉCANIQUE. — *Lieux géométriques de centres de gravité*

Note de M. **HATON DE LA GOUPILLIÈRE.**

1. Proposons-nous la recherche du lieu géométrique des centres de gravité d'un fil circulaire de longueur croissante, dont la densité varie

---

[1] Dans ma Note sur les *Rapports simples des « actions statiques » du muscle avec l'énergie qui les produit*, le nom de l'auteur que j'ai cité page 980 (t. CXLII) a été modifié par une faute d'impression. C'est « *Lebert* » qu'il faut lire, au lieu de « *Liébert* ».

proportionnellement à une puissance n entière et positive de cette longueur.

L'élément $d\theta$ ayant comme masse $\theta^n d\theta$, la masse totale sera $\frac{\theta^{n+1}}{n+1}$, le moment relatif à l'axe des ordonnées $\int_0^\theta \theta^n \cos\theta\, d\theta$, et les coordonnées du centre de gravité fournies par les relations

$$\frac{x\,\theta^{n+1}}{n+1} = \int_0^\theta \theta^n \cos\theta\, d\theta, \qquad \frac{y\,\theta^{n+1}}{n+1} = \int_0^\theta \theta^n \sin\theta\, d\theta.$$

Intégrons par parties, en groupant par rapport à $\sin\theta$ et $\cos\theta$. Il arrive, comme ci-dessus (page 1074, n° 8), que leurs coefficients sont les mêmes d'une équation à l'autre, intervertis seulement comme valeurs et comme signes

$$\frac{x\,\theta^{n+1}}{n+1} = \mathrm{A}\sin\theta + \mathrm{B}\cos\theta + \mathrm{T}, \qquad \frac{y\,\theta^{n+1}}{n+1} = \mathrm{B}\sin\theta - \mathrm{A}\cos\theta + \mathrm{T}',$$

$$\mathrm{A} = \theta^n - n(n-1)\theta^{n-2} + n(n-1)(n-2)(n-3)\theta^{n-4} - \ldots\ldots,$$

$$\mathrm{B} = n\theta^{n-1} - n(n-1)(n-2)\theta^{n-3} + n(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)n^{n-5} -$$

Quant à T et T′, il n'en existe qu'un seul à la fois, qui a pour valeur 1. 2. 3... n et figure, selon que n est pair ou impair, dans la seconde ou dans la première équation avec le facteur $(-1)^{\frac{n}{2}}$ ou $(-1)^{\frac{n-1}{2}}$.

2. Nous pouvons donc [1] former la résolvante avec une entière généralité. Toutefois, pour éviter une dualité qui compliquerait l'explication au détriment de la clarté, je supposerai pour le moment n pair. Le terme constant appartient alors à l'équation en y, et l'on a

$$\left[\frac{x\,\theta^{n+1}}{n+1}\right]^2 + \left[\frac{y\,\theta^{n+1}}{n+1} - 1.2.3\ldots n\,(-1)^{\frac{n}{2}}\right]^2 =$$
$$\left[\theta^n - n(n-1)\theta^{n-2} + n(n-1)(n-2)(n-3)\theta^{n-4} - \ldots\ldots\right]^2$$
$$+\left[n\,\theta^{n-1} - n(n-1)(n-2)\theta^{n-3} + n(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)\,\theta^{n-5} -\right]^2.$$

---

[1] N° 8, p. 1074. Pas plus qu'alors, on ne saurait ici annuler à la fois A et B, car, à supposer que ces deux équations simultanées pussent avoir des racines communes, elles seraient numériquement déterminées, et par suite inadmissibles pour θ.

Un seul des deux crochets renfermant un terme constant, son carré disparaît avec la constante du premier membre, lequel se réduit à

$$\frac{x^2+y^2}{(n+1)^2}\theta^{2n+2}-\frac{2y(-1)^{\frac{n}{2}}}{n+1}\cdot 1\cdot 2\cdot 3\ldots n\,\theta^{n+1}.$$

3. Pour chercher la loi de formation du second, je m'attacherai à un terme déterminé, par exemple en θ^{2n-8} (1).

Il comprend d'abord, dans les premiers crochets, le carré du terme en θ^{n-4}

$$n^2(n-1)^2(n-2)^2(n-3)^2,$$

puis les doubles produits des termes équidistants. Leurs coefficients sont toujours de même signe, et par suite les doubles produits tous positifs

$$\begin{gathered}+2\,.\,n(n-1)\,.\,n(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)(n-5)\\ +2\,.\,1\,.\,n(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)(n-5)(n-6)(n-7).\end{gathered}$$

Pour les seconds crochets, il n'y a pas de terme carré, mais les doubles produits de θ^{n-3} et θ^{n-5}, ainsi que des termes équidistants. Les deux facteurs sont alors de signes contraires, et les doubles produits négatifs

$$\begin{gathered}-2\,.\,n(n-1)(n-2)\,.\,n(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)\\ -2\,.\,n\,.\,n(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)(n-5)(n-6).\end{gathered}$$

On reconnaît partout un facteur commun

$$n(n-1)(n-2)(n-3),$$

à multiplier par l'ensemble suivant :

$$\begin{gathered}(n-4)(n-5)(n-6)(n-7)-n.(n-4)(n-5)(n-6)\\ +n(n-1).(n-4)(n-5)-n(n-1)(n-2).(n-4)\\ +n(n-1)(n-2)(n-3)+\text{etc.}\end{gathered}$$

Ce symbole, etc., représente, en ordre interverti, la partie située à gauche du dernier terme, d'après le dédoublement des doubles produits, dont j'ai supprimé pour ce motif le facteur 2.

Or je dis que ce polynôme est équivalent au produit

$$(n-5)(n-6)(n-7)(n-8).$$

(1) Il serait facile, après avoir saisi cette explication sur l'exemple $\theta^{2(n-4)}$, de la transcrire plus longuement pour $\theta^{2(n-k)}$, en la ramenant aux k puissances, de $k+1$ à $2k$, du binôme $1-z$, lesquelles s'annulent toutes pour $z=1$.

Constatons pour cela qu'il admet comme racines 5, 6, 7 et 8. Il vient, par exemple, pour $n = 8$

$$4.3.2.1 - 8.4.3.2 + 8.7.4.3 - 8.7.6.4 + 8.7.6.5 - \text{etc.}$$

Divisons le tout par le produit 1 . 2 . 3 . 4, nous obtiendrons

$$1 - \frac{8}{1} + \frac{8.7}{1.2} - \frac{8.7.6}{1.2.3} + \frac{8.7.6.5}{1.2.3.4} - \text{etc.}$$

c'est-à-dire la valeur que prend, pour $z = 1$, le développement de $(1 - z)^8$. Or cette valeur est nulle.

Cela suffit pour établir l'identité des deux polynômes, attendu qu'ils ont tous les deux, pour n^4, un même coefficient.

Celui de θ^{2n-8} est donc finalement

$$n(n-1)(n-2)(n-3).(n-5)(n-6)(n-7)(n-8).$$

4. En avançant progressivement on finira, d'après la loi de formation, par rencontrer le facteur $n - n$. A partir de ce point, en raison d'une simplification des plus remarquables, *tous les termes de la résolvante disparaissent à la fois*. C'est ce qui se produit dès θ^{2n-n}; le dernier terme étant

$$-n(n-1)(n-2)\ldots\left(\frac{n}{2}+2\right)\left(\frac{n}{2}+1\right)\cdot\left(\frac{n}{2}-1\right)\left(\frac{n}{2}-2\right)\ldots 4.3.2.1.(-1)^{\frac{n}{2}}\theta^{n+2}.$$

D'après cela θ^{n+1} disparaît dans toute la résolvante, qui devient

$$\begin{aligned}\frac{x^2+y^2}{(n+1)^2}\theta^{n+1} - \theta^{n-1} + n.(n-2)\theta^{n-3} - n(n-1).(n-3)(n-4)\theta^{n-5}\\ +n(n-1)(n-2).(n-4)(n-5)(n-6)\theta^{n-7}\\ -n(n-1)(n-2)(n-3).(n-5)(n-6)(n-7)(n-8)\theta^{n-9}+\ldots\\ \ldots+n(n-1)\ldots\left(\frac{n}{2}+1\right)\cdot\left(\frac{n}{2}-1\right)\ldots 4.3.2.(-1)^{\frac{n}{2}}\theta\\ -\frac{2(-1)^{\frac{n}{2}}}{n+1}.1.2.3\ldots n.y = 0.\end{aligned}$$

Pour n impair, les deux derniers termes sont

$$\begin{aligned}\ldots+n(n-1)\ldots\left(\frac{n+1}{2}+1\right)\cdot\left(\frac{n+1}{2}-1\right)\ldots 4.3.2.1(-1)^{\frac{n-1}{2}}\theta^2\\ +\frac{2(-1)^{\frac{n-1}{2}}}{n+1}.1.2.3\ldots n(x-1) = 0.\end{aligned}$$

5. Nous venons de voir le degré de la résolvante s'abaisser de $2n+2$ à $n+1$. Dans la moitié des cas, lorsque n est impair, un nouvel abaissement s'opère de $n+1$ à $\frac{n+1}{2}$, car les puissances de θ sont alors toutes paires. N'oublions pas en outre qu'une première réduction s'était produite dès le début (n° 8, p. 1074), par la suppression du facteur A^2+B^2, lequel est ici en θ du degré $2n$, ce qui eût sans cela porté à $4n+2$ le degré initial.

Finalement donc, le degré s'abaisse de $4n+2$ à $n+1$ si n est pair, et à $\frac{n+1}{2}$ s'il est impair. Pour ce dernier cas, le degré se trouve réduit dans le rapport $\frac{n+1}{4(2n+1)}$, lequel ne varie que peu, de $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{8}$.

Malgré cette remarquable simplification, l'équation ne sera que rarement résoluble algébriquement. Elle rentre dans les quatre premiers degrés pour les cinq cas suivants [1] : $n=1$ (1er degré), $n=3$ (2e degré), $n=2$ et $n=5$ (3e degré), $n=7$ (4e degré).

6. Traçons actuellement, à partir de l'origine des densités, les développantes d'ordres successifs du cercle, et proposons-nous, à leur égard, le même problème.

L'arc de la p^e développante a pour valeur $\frac{\theta^{p+1}}{1.2.3..p(p+1)}$. Les coordonnées de celui de ses points qui correspond à l'angle θ sur la circonférence peuvent être mises sous la forme

$$\sum_{0}^{p} \frac{\theta^k}{1.2.3\ldots k}\cos\left(\theta - k\frac{\pi}{2}\right), \qquad \sum_{0}^{p} \frac{\theta^k}{1.2.3\ldots k}\sin\left(\theta - k\frac{\pi}{2}\right).$$

---

(1) On pourrait y joindre en outre celui de l'homogénéité, qui dérive de nos formules pour $n=0$. Il a été traité directement par M. Cesaro (*Nouvelle correspondance*, t. IV, 1878, p. 283), et l'a conduit à la cocléoïde

$$\rho = \frac{\sin\omega}{\omega},$$

ainsi dénommée par M. Falkenburg y Benthen (*Niew Archief*, Amsterdam, t. X, 1876) et étudiée par M. Gomès Teixeira (*Tratado de las curvas especiales notables*. Madrid, 1905, p. 394).

Si la densité de la p^e développante varie comme la puissance n de sa longueur, les équations des moments pourront se ramener au type

$$\frac{1.2.3\ldots p\,\theta^{(p+1)(n+1)}}{(n+1)\left[1.2.3\ldots p(p+1)\right]^n}x = \sum_0^p \frac{1}{1.2.3\ldots k}\int_0^\theta \theta^{pn+p+n+k}\cos\left(\theta - k\frac{\pi}{2}\right)d\theta,$$

et de même en changeant x en y et le cosinus en sinus.

Les intégrales restent donc les mêmes. L'élimination de θ, pour obtenir le lieu géométrique du centre de gravité, se fait encore à l'aide d'une résolvante algébrique; mais je n'entreprendrai pas ici sa théorie générale, en raison de sa complication [1].

Remarquons d'ailleurs qu'il ne faudrait que de la patience pour achever en particulier les calculs relatifs à chacune des combinaisons de valeurs numériques de p et n assez simples pour conduire à une résolvante des quatre premiers degrés.

7. Je préfère aborder encore une loi de densité différente. Envisageons, à cet égard, le *centre de gravité de la courbure*.

La masse élémentaire est alors l'angle infinitésimal de contingence, qui est ici $d\theta$, le même, sur n'importe quelle développante, que sur le cercle. La masse totale est donc θ, et l'équation des moments

$$\theta x = \sum_0^p \frac{1}{1.2.3\ldots k}\int_0^\theta \theta^k \cos\left(\theta - k\frac{\pi}{2}\right).$$

Mais le calcul devient alors assez difficile, et je me contente d'en transcrire ici le résultat.

La résolvante se compose de trois parties; en premier lieu

$$\begin{aligned}&\theta^{2p-1} - 2.p.(p-3)\,\theta^{2p-3} + 3.p(p-1).(p-4)(p-5)\,\theta^{2p-5}\\ &- 4.p(p-1)(p-2).(p-5)(p-6)(p-7)\,\theta^{2p-7}\\ &+ 5.p(p-1)(p-2)(p-3)\ (p-6)(p-7)(p-8)(p-9)\,\theta^{2p-9} - \ldots\end{aligned}$$

A un certain point, l'on rencontre le facteur $p - p$, et toute la seconde

---

[1] J'ajouterai que l'on pourrait, au moyen des sommes que nous savons calculer (nº 6, p. 1072), déterminer le centre de gravité de chapelets discontinus formés des nombres naturels ou de leurs puissances, disposés à intervalles angulaires égaux, non plus sur le cercle, mais sur une de ses développantes d'ordre quelconque.

partie s'annule identiquement, à partir de θ^{p-1} si p est pair, ou de θ^p s'il est impair. La troisième partie ne se compose que de deux termes, qui, renfermant les coordonnées, échappent à la loi précédente

$$\ldots - (1.2.3\ldots n)^2 \left[(x^2+y^2-1)\,\theta - 2(n+1)\,y\right] = 0.$$

Les quatre premiers degrés ne comprennent que les deux cas $p = 2$ et $p = 1$. Pour ce dernier, le lieu géométrique des centres de gravité de la courbure de la développante de cercle a comme équation

$$\rho^2 \sin 2\omega = (\rho^2 - 1)\sin\left(\frac{4\rho\sin\omega}{\rho^2-1}\right) - 2\rho\sin\omega\cos\left(\frac{4\rho\sin\omega}{\rho^2-1}\right).$$

PATHOLOGIE. — *Origine intestinale des adénopathies trachéo-bronchiques tuberculeuses.* Note de MM. **A. Calmette**, **C. Guérin** et **A. Déléarde**.

De nombreuses expériences réalisées sur les jeunes bovidés et sur les chevreaux, nous ont permis de constater que lorsqu'on fait ingérer à ces animaux, en un seul repas infectant, de très petites doses de bacilles tuberculeux d'origine bovine, ces bacilles passent à travers la paroi intestinale et sont le plus souvent retenus dans les ganglions mésentériques, sans y développer de lésions tuberculeuses décelables à l'autopsie par le simple examen microscopique. Plus ou moins tardivement, ces jeunes animaux présentent ensuite de la tuméfaction des groupes ganglionnaires trachéo-bronchiques ou rétropharyngiens avec ou sans lésions pulmonaires.

Vallée, expérimentant également sur les veaux nourris avec du lait provenant de vaches tuberculeuses, est arrivé aux mêmes conclusions. Nous sommes donc fondés à admettre que l'ingestion d'une très petite quantité de bacilles tuberculeux peut suffire à développer l'adénopathie trachéo-bronchique ou diverses formes de tuberculose ganglionnaire du thorax et du cou.

L'origine intestinale de ces lésions apparaît avec évidence lorsqu'on prend soin d'inoculer au cobaye les ganglions mésentériques des animaux qui en sont trouvés porteurs, alors même que ces ganglions mésentériques paraissent absolument sains.

Nous citons, à titre d'exemple, le fait suivant :

Deux veaux de race flamande, nos 14 et 15, âgés de deux mois et préalablement tuberculinés sans réaction, font le même jour, à la sonde œsophagienne, un repas infectant de $0^{gr},10$ de bacilles tuberculeux bovins.

Quarante-quatre jours après, ils réagissent violemment à l'épreuve de la tuberculine et sont abattus le lendemain. L'autopsie montre, chez ces deux animaux, des ganglions mésentériques d'apparence normale, souples sans foyer tuberculeux visibles. En les examinant avec grand soin on trouve seulement à la coupe, dans leur zone corticale, quelques granulations blanches.

Les ganglions péri-bronchiques du n° 14 sont volumineux, durs, d'apparence fibreuse ; sur la coupe, on ne voit aucune trace de caséification.

Un ganglion rétrosternal du n° 15 est gros comme une noisette, dur, fibreux, sans nodules caséifiés.

Les poumons ne présentent pas de lésions tuberculeuses.

Les cobayes inoculés avec des fragments de ganglions mésentériques, péribronchiques, rétrosternaux et pharyngiens de ces deux veaux ont tous succombé à la tuberculose.

Il nous a paru nécessaire de rechercher si, chez l'enfant, qui présente souvent des lésions d'adénopathie trachéo-bronchique comme signe unique de tuberculose, l'infection d'origine intestinale pouvait être mise en cause.

Du 15 décembre 1905 au 30 mars 1906, les ganglions mésentériques de 24 enfants décédés dans le service de l'un de nous à l'hôpital Saint-Sauveur de Lille, ont été triturés et inoculés chaque fois sous la peau de la cuisse de quatre cobayes.

La répartition des causes de décès, d'après les renseignements d'autopsie, était la suivante :

Athrepsie, 13; *Entérite*, 1 ; *Diphtérie*, 2; *Bronchite capillaire*, 2 ; *Broncho-pneumonie double*, 2; *Méningite tuberculeuse*, 1 ; *Broncho-pneumonie tuberculeuse*, 1 ; *Adénopathie trachéo-bronchique*, 1 ; *Tuberculose pulmonaire*, 1.

Pour ces quatre derniers cas seulement, les lésions trouvées à l'autopsie avaient permis de confirmer le diagnostic de tuberculose.

Chaque fois, les ganglions mésentériques furent examinés avec le plus grand soin avant d'être inoculés. Voici, très succinctement résumées, nos constatations :

Louise D., cinq ans. — *Méningite tuberculeuse.* Ganglions mésentériques rouges, tuméfiés, sans lésions tuberculeuses apparentes.

Gustave D., deux ans. — *Broncho-pneumonie tuberculeuse.* Ganglions mésentériques augmentés de volume, sans lésions visibles.

Désiré B., deux ans. — *Adénopathie trachéo-bronchique.* Quelques ganglions mésentériques gros comme un haricot. Pas de lésions à la coupe.

Marie V., six ans. — *Tuberculose pulmonaire* (caverne au sommet droit et ganglions trachéo-bronchiques présentant de nombreux nodules caséifiés). Ganglions mésentériques tuméfiés, rouges à la coupe, mais sans tubercules.

Les cobayes inoculés avec les ganglions mésentériques de ces quatre enfants présentèrent tous les lésions spécifiques de tuberculose du 30e au 45e jour.

Mais, fait plus intéressant, trois autres enfants qui n'étaient nullement soupçonnés tuberculeux d'après les résultats de l'autopsie, avaient des bacilles tuberculeux dans leurs ganglions mésentériques, ainsi qu'en témoignèrent les cobayes inoculés.

L'un de ces enfants, Victorine M., cinq mois et demi, avait succombé à l'*athrepsie;* on lui trouva les ganglions trachéo-bronchiques tuméfiés, et les mésentériques d'apparence normale.

Le second, Georges L., trois ans, mort de *bronchite capillaire*, avait aussi les ganglions trachéo-bronchiques gros, mais sans lésions tuberculeuses, et les mésentériques sains.

Le troisième, Marie J., huit mois, morte de *broncho-pneumonie double*, présentait également un peu de tuméfaction des ganglions trachéo-bronchiques et rien au mésentère.

Pour les 17 autres cas, l'inoculation des ganglions mésentériques au cobaye est restée négative.

De ces faits nous devons donc conclure :

1° Qu'expérimentalement chez les animaux, et cliniquement chez l'enfant, toutes les fois que l'infection tuberculeuse se manifeste par de l'adénopathie trachéo-bronchique, il existe des bacilles tuberculeux dans les ganglions mésentériques, alors même que ces ganglions paraissent sains;

2° Que l'infection ganglionnaire mésentérique précédant l'apparition des lésions d'adénopathie trachéo-bronchique, celles-ci doivent être considérées, de même que la tuberculose pulmonaire chez l'enfant et chez l'adulte, comme résultant d'une infection tuberculeuse d'origine intestinale.

L'hypothèse de la contamination directe par les voies respiratoires n'étant actuellement prouvée par aucune expérience irréprochable, il apparaît de plus en plus évident que les enfants, et aussi les adultes, contrac-

tent la tuberculose en ingérant soit du lait de vaches tuberculeuses, soit des poussières ou des aliments souillés de bacilles ou de parcelles de crachats tuberculeux d'origine humaine.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Travaux géodésiques et magnétiques aux environs de Tananarive;* Note de M. **Éd.-Él. Colin.**

I. Pendant les mois de septembre, octobre et novembre 1905, j'ai terminé la triangulation très serrée des environs de Tananarive, que m'avait confiée le général Galliéni en 1903. Ce réseau, d'une superficie de $2\,872^{km^2}$, ne comprend pas moins de 305 stations qui forment les sommets d'autant de triangles principaux, dont plusieurs côtés servent à leur tour de base aux triangles secondaires. Le total des azimuts relevés avec le théodolite Brunner s'élève à 7 165; celui des distances zénithales à 2 148.

II. De plus, j'ai observé la déclinaison, l'inclinaison et la composante horizontale en 49 nouvelles stations. Le levé magnétique des environs de Tananarive, dont nous discuterons plus tard les résultats, repose actuellement sur les valeurs obtenues en 98 stations voisines les unes des autres. Au cours des expériences de la déclinaison, la détermination du méridien géographique a nécessité, à elle seule, environ un millier de distances zénithales du soleil ou d'une étoile.

Les résultats contenus dans le tableau ci-dessous donnent lieu à quelques remarques.

1. La valeur minimum de la déclinaison, $7^\circ 48' 8''$, a été observée sur la montagne granitique d'Ambatomaranitra; la valeur maximum, $12^\circ 24' 1''$, sur un deuxième massif granitique à peine éloigné de 8^{km} à l'W du précédent.

2. Les trois stations d'Ambohimiandra, Ambatomahamanina et Ambohimiadana sont autant de foyers secondaires de perturbation qui influent sur les trois éléments.

3. Les expériences magnétiques faites déjà en 1903 à Alarobia et exactement au même point, donnent la variation suivante à deux années d'intervalle : la déclinaison a diminué, comme à Tananarive, de 13′ et demie ; l'intensité est plus faible de 0,00127; l'inclinaison a augmenté de 5′ environ.

LIEU	DATE 1905	HEURE		ALTITUDE	DÉCLINAISON NW	INCLINAISON	INTENSITÉ Unités C. G. S.	STATION	NATURE DU TERRAIN
A^{hi}naorina. . . .	18 septemb.	De 11^{h}30^{m} à 16.10	12^{h}6^{m} 17.9	1297^{m}	9°29′56″	54° 2′54″	0.25125	20^{m} W église cath.	Argile rose, à 800^{m} massif granit.
A^{hi}miandra. . . .	19 —	8.40	10.25	1315	10.29.38	55.28.22	0.24389	30^{m} W église cath.	Argile jaunâtre, fer oxydulé.
A^{hi}trimo.	20 —	7.55	10.7	1297	9.35.57	54. 1.27	0.25298	40^{m} W église, pr. d'un talus.	Argile rouge.
Mahitsy.	20 —	13.47	15.15	1322	8.23.46	54.33.38	0.24960	20^{m} S église.	Argile rouge, pierres granitiques.
Ambaniala. . . .	22 —	12.0	16.0	1315	9.13.20	53.48.38	0.25197	40^{m} W église fond du jardin.	Argile jaunâtre, fer oxyd.
Fiakarana W. . .	24 —	15.33	17.23	1327	9.15.15	54.10.57	0.25075	30^{m} N église.	Argile jaunâtre.
Andranovato. . .	25 —	13.30	17.22	1376	9.37.18	54. 4.32	0.25277	20^{m} N école catholiq^{e}.	Argile jaunâtre ; à 500^{m} roches de granit.
Soavinimerina . .	26 —	8.21 16.40	11.39 17.6	1303	9.49.22	54.26.37	0.24858	20^{m} S église, dans le jardin.	Arg^{le} jaunâtre ; alluvion.
Antanantanana . .	28 —	8.23 15.48	9.20 16.15	1313	9.34.17	53.44.57	0.25088	20^{m} N église, près le fossé.	Argile jaunâtre.
A^{hi}manarina . . .	29 —	10.40 14.33	11.16 15.28	1322	9.43.33	53.46.57	0.25196	15^{m} N église, dans le jardin.	Argile jaunâtre.
A^{hi}datrimo. . . .	1 et 6 octob.	16.0 14.19	16.30 13.8	1336	10. 8. 4	54.18.17	0.24902	20^{m} NW église, fond du jardin.	Argile jaunâtre ; à 150^{m} roches granit.
Tsimahandry. . .	2 —	11.36	15.41	1320	9.38.26	53.59.28	0.25275	15^{m} W église, près le grand chemin.	Argile rouge.
Nandihisana . . .	3 —	14.38	16.27	1344	9.35.45	53.35. 1	0.25285	30^{m} NW cloch^{r} égli^{se}.	Argile jaunâtre.
Antanetibé. . . .	4 —	14.12	16.12	1368	9. 4.26	53.29.34	0.25351	60^{m} NE église, dans le jardin.	Argile jaunâtre ; fer oxydulé.
A^{hi}traivo.	5 —	12.25	16.13	1421	9.27.40	53.43.37	0.25635	30^{m} W jardin miss. cath.	Argile rouge ; sable quartzeux.
A^{hi}jahanary . . .	8 et 13 —	15.25 15.15	16.2 16.0	1329	8.31. 9	53.57.51	0.25172	15^{m} W clocher église.	Argile jaunâtre ; sable quartzeux.
Fiakarana NW. .	9 —	8.25 16.0	9.5 16.30	1377	9.50.21	53.40. 4	0.25247	30 W clocher, près du chemin.	Argile rougeâtre ; 1^{km}N, roches granit.
Ankeribé	10 —	8.40 15.45	9.23 16.15	1362	9.57.50	53.57.37	0.25003	20^{m} SW église, terrain vague.	Argile rouge ; fer oxydulé.
Amberomanga . .	11 —	14.17	15.0	1498	9.21.38	...	...	Près d'un arbrisseau.	Argile et humus.
Ankadisarotra . .	12 —	9.15 14.5	9.55 14.50	1436	9.36.15	53.55.36	0.24883	30^{m} W église.	Argile jaunâtre.
Mamchana. . . .	15 —	16.1	17.25	1306	10.25.31	54.24.43	0.25064	100 NW égli^{se}, jardin.	Argile rougeâtre.
Manankasina. . .	16 —	8.4	9.45	1305	9.53.42	54.12.46	0.25295	25^{m} NW église, près un tombeau.	Argile jaunâtre.
Imerimandroso. .	16 —	15.18	16.52	1313	9.34.38	53.46.53	0.25376	Porte N du village.	Argile rose ; sable quartz

LIEU	DATE 1905	HEURE		ALTITUDE	DÉCLINAISON NW	INCLINAISON	INTENSITÉ Unités C. G. S.	STATION	NATURE DU TERRAIN
Soamanandray N.	17 octobre	De 8h 3m à	9h42m	1341m	9°39'50"	53°35'45"	0.25231	30m NE grandᵉ maison	Argile rouge.
Ankazotoloma	18 —	7.54	8.10	1511	10.10.16	...	...	Signal géodésique.	Argile rougeâtre; quartz.
Amboniloha	19 —	7.10	9.5	1433	9.43. 2	54. 3.31	0.25109	20m W école catholique.	Arg. rouge; sable quartzeux; fer oxydulé.
Maharidaza	19 —	12.45	14.32	1487	9.50.12	...	...	25m W de la pl. haute maison.	Argile rougeâtre.
Soamandrakizay	20 —	16.3	17.25	1288	10. 5.48	53.57. 1	0.25204	30m W maison miss. catholique.	Arg. jaunâtre; terrain d'alluvion.
Ilafy	22 —	14.40	16.39	1303	9.58.49	54.13.27	0.25487	30m W église, près d'un fossé.	Arg. jaunâtre; E roches granitiques.
Ahi manga	23 —	9.40 / 15.50	10.10 / 16.31	1449	9.45.26	54.14.38	0,25206	60m S église dans une clairière.	Argile rouge; humus; roches granit.
Ahi miadana	25 —	9.8 / 16.45	9.57 / 17.20	1433	11.25. 2	54.46.48	0.24732	20m W église, dans un champ.	Argile rouge.
Baka	26 —	7.18	8.1	1622	9. 7.35	...	0.24872	Signal géodésique.	Roches granitiques.
Ato mahamanina	27 —	8.3	9.27	1428	8.54.40	52.57.57	0.25801	20m NW égl. cath.	Argile rouge; à 100m E, roches granit.
Anjahanary	30 —	13.45	16.13	1362	9. 7.38	54. 2.16	0.25129	Signal géodésique.	Arg. rougeâtre; quartz.
Adi fasana	31 —	12.20	14.13	1323	9.23.10	54.24.40	0.25013	20m E temple; sur le chemin.	Argile jaunâtre; terrain d'alluvion.
Ato fotsy	5 et 12 nov.	15.38 / 15.30	16.16 / 16.0	1337	9.22.2	54.26.45	0.25213	20m E égl., p. le chem.	Argile jaunâtre.
Ahi bemasoandro	6 —	14.35	16.25	1447	9.22.0	54. 6.16	0.24872	40m S égl., p. le fossé.	Argile jaunâtre.
Ambohitra	7 —	14.10	16.0	1459	10.16.54	53.30.35	0.25330	10m W dern. mais. N.	Argile jaunâtre.
Antanetilava	9 —	9.10	11.30	1476	10.35.9	54. 7.48	0.25104	20m N éc. cat., p. l. ch.	Argile jaunâtre.
Manajary	15 —	11.11 / 15.30	11.40 / 16.6	1499	10.33.22	54.22.36	0.24977	20m N église, terrain vague.	Argile jaunâtre.
Ahi drano	16 et 17 —	7.55 / 8.19	9.1 / 8.40	1465	9.54.32	54. 5.58	0.25044	25m S église.	Argile rouge.
Adi vondroa	22 —	12.50	14.9	1463	9.33.33	53.48.55	0.25908	20m NW église.	Argile rouge.
Ampiadinombalahy	23 —	8.5	9.33	1527	10.15.30	...	...	Près d'un tombeau.	Argile noirâtre; humus; pierres brûlées.
Soamanandray NE	24 —	13.40	15.48	1391	9.50.40	53.51. 2	0.25237	25 W grande maison.	Argile rouge.
Maharijano	27 —	8.39	9.10	1584	9.25.4	...	...	Signal géodésique.	Argile noirâtre; humus.
Fieferana	27 —	12.12	17.6	1413	...	53.49.46	0.25151	20m N église.	Argile jaunâtre; sable quartz; fer oxydulé.
Alarobia	28 —	8.58 / 14.25	9.35 / 15.0	1436	9.43.6	53.28.18	0.26252	Même station qu'en 1903.	Arg. jaune; sable quartzeux, mont granit.
Ato maranitra	29 —	7.56	8.11	1666	7.48.8	...	...	Signal géodésique.	Roches granit.; mont forme conique.
Ahi jahana	30 —	6.25	7.33	1630	12.24.1	...	0.25407	Signal géodésique.	Roches granitiques.

PLI CACHETÉ.

M. **A. Coret** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 17 mai 1886, relatif à un thermomètre médical où le liquide, contenu dans un réservoir métallique, presse la face externe d'un soufflet, constitué par une colonne de boîtes en métal mince, système Vidie, dont la déformation se transmet à une aiguille indiquant la température atteinte.

CORRESPONDANCE.

M. **J. Richard** fait connaître à l'Académie que S. A. S. le Prince de Monaco a l'intention de provoquer la réunion, à Monaco, d'un *Premier Congrès international d'Océanographie et de Meteorologie marine*. Le Prince qui, depuis plus de vingt ans, poursuit dans cette voie des recherches constantes, sera heureux de voir des savants de tous les pays se réunir dans le Musée océanographique de Monaco pour y étudier ensemble les grands problèmes de la mer.

La date de ce Congrès, qui aura lieu une de ces prochaines années, probablement pendant les vacances de Pâques, sera ultérieurement fixée.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie un rapport de M. le Directeur de l'observatoire de Colaba (Bombay), relatif à un tremblement de terre qui s'est produit le 26 mars dernier dans cette ville.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les ouvrages suivants :

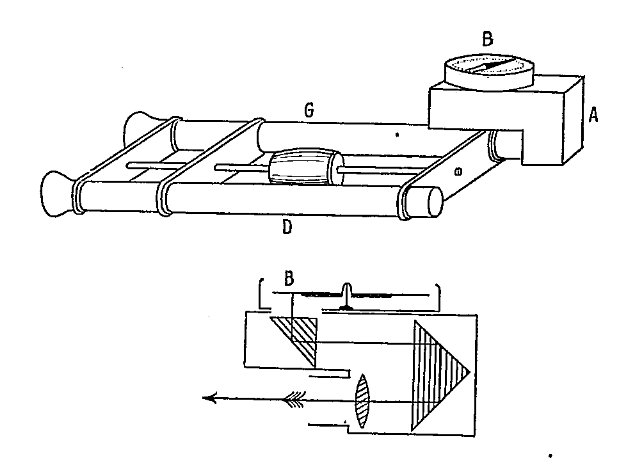
1° *Tableaux logarithmiques A et B équivalant à des tableaux logarithmiques à* 6 *et à* 9 *décimales* et *Notice explicative donnant la théorie et le mode d'emploi de ces tableaux*, par le Dr A. Guillemin.

2° *Tratado de las curvas especiales notables*, par F. Gomes Teixeira (présenté par M. Haton de la Goupillière).

NAVIGATION. — *Collimateur magnétique permettant de transformer une jumelle en instrument de relèvement.* Note de M. **A. Berget**, présentée M. Lippmann.

Les compas de relèvement en usage à bord des navires sont, en général, des appareils d'assez grandes dimensions, et dans lesquels la visée se fait à l'aide du vieux procédé des pinnules. Ayant eu, au cours de différentes croisières, l'occasion de me servir de ces instruments, j'ai pensé qu'on pourrait utiliser les jumelles ordinaires pour les opérations de relèvement, en les munissant du dispositif suivant :

Sur l'un des corps de la jumelle employée (le corps de gauche, sur la figure) on coiffe une bonnette A contenant un système collimateur. Ce système est formé d'une lentille au foyer de laquelle, grâce à un système de trois prismes à réflexion totale, se trouve la division tracée sur la rose transparente d'une boussole B, division allant de 0° à 360°.



Dans ces conditions, si la jumelle est réglée à l'infini par sa mise au point sur un objet éloigné, l'observateur verra, avec l'œil droit, l'image de l'objet visé directement à l'aide du corps droit de la jumelle, tandis que de l'œil gauche, grâce à la collimation, il sera au point sur les divisions de la rose mobile. Les deux impressions se superposant par le fait de la vision binoculaire, il verra donc, en superposition avec l'objet visé, une des divisions du limbe, dont le numéro représente l'azimuth magnétique du point visé.

La distance focale de la lentille collimatrice étant égale à celle de l'objectif de la jumelle, le grossissement des divisions est égal au grossissement de l'oculaire. Pratiquement, dans le modèle présenté à l'Académie et qui a été très habilement construit par M. Mailhat, on apprécie très nettement le quart de degré, en tenant l'appareil à la main.

Comme la bonnette A n'a que 7 centimètres de longueur, on voit que l'on a réalisé, de la sorte, un véritable « compas de relèvement », simple et précis, et dans lequel la visée à travers les pinnules est remplacée par la visée, beaucoup plus sûre, à travers un système optique. L'instrument peut s'adapter à une jumelle quelconque, à oculaire terreste ou même de Galilée.

Il peut aussi servir de boussole topographique; si on le place sur un pied, ce que l'on fait souvent en topographie, on lit avec sûreté le dixième de degré. Ce petit appareil pourra donc rendre quelque service aux géographes et aux marins.

PHYSIQUE. — *Sur la corrélation entre les variations des bandes d'absorption des cristaux dans un champ magnétique et la polarisation rotatoire magnétique.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. Poincaré.

Les phénomènes de polarisation rotatoire magnétique dans les cristaux sont intimement liés aux variations que les bandes d'absorption subissent dans un champ magnétique.

J'ai montré que dans les cristaux de xénotime, les bandes d'absorption se comportent comme si elles résultaient de vibrations, les unes d'électrons négatifs, les autres d'électrons positifs.

L'expérience suivante met en évidence la polarisation rotatoire magnétique dans une lame de xénotime normale à l'axe. On fait tomber sur la lame un faisceau de lumière blanche polarisée rectilignement; le spectre d'absorption est obtenu au moyen d'un spectroscope à réseau de Rowland; un rhomboèdre de spath placé devant la fente donne dans l'oculaire deux plages contiguës polarisées dans deux directions rectangulaires, et qui ont même intensité si le polariseur est convenablement orienté. En produisant un champ magnétique parallèle au rayon incident et à l'axe du cristal, on voit les bandes du spectre ordinaire d'absorption changer d'intensité. Dans l'une des plages toutes les bandes correspondant à des électrons négatifs augmentent d'intensité, en se rétrécissant légèrement, tandis que

les bandes d'électrons positifs deviennent plus pâles et s'élargissent. L'inverse a lieu dans l'autre plage, et le phénomène change de sens en même temps que le champ magnétique. Le sens du phénomène correspond à une polarisation rotatoire *négative* de la partie non absorbée de la radiation incidente à l'intérieur des bandes correspondant à des *électrons négatifs*, et *positive* à l'intérieur des bandes *d'électrons positifs*. En dehors des bandes le sens de la rotation est inverse du sens de la rotation à l'intérieur.

Parmi les modifications observées je citerai les suivantes : Dans un champ de 20 000 unités, deux bandes larges peu intenses ($642^{\mu\mu},4$ et $643^{\mu\mu},6$) disparaissent totalement dans l'une des deux plages de l'oculaire, et l'intervalle qui les sépare apparaît sombre. Ces bandes donnant lieu à un phénomène de polarisation rotatoire intense sont en même temps très sensibles à l'action du champ magnétique, le décalage de deux vibrations circulaires inverses absorbées étant d'environ $0^{\mu\mu},45$ pour 20 000 unités, ce qui correspond à un rapport de la charge à la masse $\frac{e}{m} = 1,1 \times 10^8$, les électrons étant *négatifs*. Il existe une bande ($\lambda = 522,14$) dont j'ai déjà signalé le grand dédoublement dans le champ magnétique et pour laquelle on trouve à peu près exactement le même chiffre pour le rapport $\frac{e}{m}$, mais les électrons étant *positifs*. Cette dernière bande étant étroite donne deux composantes très écartées et la polarisation rotatoire intense à l'intérieur du doublet est positive.

Dispersion anomale. — Ces phénomènes qui ne sont visibles qu'aux environs des bandes m'ont conduit à étudier la dispersion anomale. On peut mettre en évidence la variation rapide de l'indice au voisinage et *à l'intérieur* des bandes en utilisant les franges de Fizeau et Foucault que l'on observe en projetant sur la fente l'image d'une lame parallèle à l'axe traversée par un faisceau de lumière blanche entre deux nicols parallèles ou croisés. Si l'épaisseur de la lame est légèrement variable les franges sont obliques dans le spectre car chaque point de la fente correspond à une épaisseur différente. Ces franges sont fortement disloquées en traversant les bandes d'absorption, révélant ainsi une variation notable de la biréfringence, c'est-à-dire soit de l'indice ordinaire, soit de l'indice extraordinaire suivant le spectre auquel appartient la bande considérée, car l'autre indice reste sensiblement constant pour une faible variation de la longueur d'onde.

On peut d'une autre façon montrer la dispersion anomale aux environs

des bandes ordinaires, en répétant une expérience de MM. Voigt et Wiechert. On place une lame normale à l'axe entre deux nicols inclinés à 45° sur l'horizontale et on dispose sur la fente du spectroscope, entre le cristal et l'analyseur, un compensateur de Babinet orienté de façon que les franges soient horizontales. En produisant un champ magnétique dont les lignes de force sont horizontales et normales au faisceau lumineux, les franges noires se disloquent dans le spectre sur les bords des bandes. Ces dislocations, à première vue très compliquées, s'expliquent dans les moindres détails par la dispersion anomale et les variations précédemment étudiées des bandes dans le champ magnétique.

Toutes les bandes se comportent de même au point de vue de la dispersion dont le sens est indépendant du signe des électrons. En allant du rouge au violet, les indices augmentent à l'extérieur de toutes les bandes et diminuent à l'intérieur.

Manifestation de la biréfringence circulaire magnétique. — On a expliqué la polarisation rotatoire magnétique par la différence de phase que prennent lorsque le champ est excité, deux vibrations circulaires inverses. J'ai pu mettre en évidence directement cette différence de phase par une modification de l'expérience de M. Voigt en plaçant devant le compensateur une lame quart d'onde inclinée à 45° sur le compensateur. On constate que les franges noires observées dans le spectre se disloquent dans les bandes. Il existe donc une variation de phase entre les deux vibrations transmises par le compensateur, c'est-à-dire entre deux vibrations circulaires de sens contraires tombées sur le quart d'onde. Cette expérience a montré qu'aux environs et à l'intérieur des bandes, la différence entre l'indice des vibrations droites et l'indice des vibrations gauches change de signe avec la nature des électrons auxquels correspond la bande. Ces résultats sont absolument d'accord avec l'observation directe de la polarisation rotatoire magnétique, phénomène qui paraît bien être une manifestation corrélative du changement de période du mouvement des électrons absorbants.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les sulfures, séléniures et tellurures d'étain.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. H. Moissan.

Nous nous sommes proposé de déterminer les températures de fusion des mélanges en proportions diverses que l'on peut former avec l'étain et l'un des métalloïdes : soufre, sélénium et tellure.

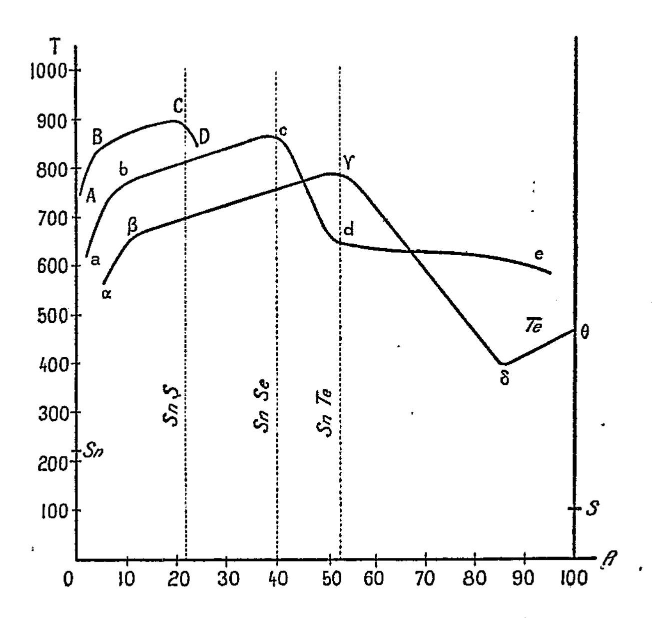
Les mixtes, après avoir été portés à une température élevée, sont refroidis lentement de manière que l'on puisse déterminer exactement la température de la solidification commençante. Les résultats sont représentés par des courbes construites en portant en abscisses les proportions du métalloïde dans le mélange (rapport R exprimé en centièmes du poids de ce corps au poids total du mélange) et en ordonnées les températures de solidification.

Etain et soufre. — Si l'on chauffe en vase clos une masse déterminée d'étain avec une quantité de soufre inférieure à celle qui donnerait le protosulfure, il y a d'abord formation de ce composé qui se dissout dans l'étain en excès, et l'on a des liquides homogènes dont le point de solidification s'élève très rapidement quand la proportion de soufre croît jusqu'à ce que l'on ait $R = 5$, puis il ne s'élève plus que lentement et atteint une valeur maxima pour le protosulfure. Alors que l'étain pur fond à 232°, le mélange de ce corps avec 2 p. 100 de soufre ne se solidifie qu'à 740° et le mélange à 5 p. 100 à 840°. Le protosulfure fond vers 880°.

Les mélanges qui renferment plus d'un atome de soufre pour un atome d'étain, perdent du soufre quand on les chauffe, de sorte qu'il n'est pas facile de déterminer leur température de solidification. Celle-ci est inférieure dans tous les cas à 880°, elle correspond au mélange que l'on retrouve dans le tube après son refroidissement complet et que l'on peut analyser. Il est donc facile de continuer la construction de la courbe un peu au delà du point C. Cette ligne s'abaisse rapidement suivant CD. On est vite limité dans sa construction par les mélanges qui ne fondent plus qu'après avoir perdu suffisamment de soufre ; ainsi on ne peut aller jusqu'au composé Sn^2S^3 qui peut être préparé en chauffant au rouge sombre et en tube scellé le soufre et l'étain dans les proportions voulues. Si l'on veut fondre ce composé, il se détruit en donnant du soufre et un sublimé de bisulfure d'étain, il reste dans le tube un mélange de protosulfure et de soufre.

Remarque. — La décomposition par la chaleur du sesquisulfure d'étain se produit même à la température de sa formation. En chauffant au rouge sombre le corps disposé à l'extrémité d'un tube où l'on a fait le vide, l'autre extrémité étant à une température plus basse, il se sépare peu de soufre et l'on obtient au bout de quelques heures de magnifiques paillettes jaune d'or de bisulfure et des cristaux de protosulfure.

Etain et sélénium. — Comme dans le cas étudié précédemment, la température de la solidification commençante croît d'abord très rapidement avec la masse de sélénium ajouté à l'étain, puis elle continue à s'élever, mais plus lentement, dès que le rapport R



dépasse la valeur 10; on a ainsi une portion de courbe *a b c* absolument analogue comme forme à la courbe A B C. Voici les coordonnées de quelques points de cette courbe :

Valeurs du rapport R.	Température de solidification.
1,60	632°
3,00	690°
6,50	750°
39,8	860°

Le sélénium n'entrant en ébullition que vers 665°, il est facile d'avoir à l'état liquide des mélanges contenant plus d'un atome de ce métalloïde pour un atome d'étain. La température de solidification de ces mélanges diminue rapidement, alors qu'elle est égale à 160° pour le protoséléniure Sn Se, elle n'est plus que de 655° pour le mélange obtenu en ajoutant un demi-atome de sélénium à ce composé. A l'état liquide, le composé qui répondrait à la formule $Sn^2 Se^3$ n'existe pas, car on lui trouve deux points de solidification : 655° et 640°. Si l'on continue à faire croître la proportion de sélénium au delà de un atome et demi pour un atome d'étain, on observe que la température de solidification baisse lentement, elle est égale à 645° pour deux atomes de sélénium, à 620° pour

5 atomes, à 595° pour 10 atomes et à 550° pour 30 atomes. Quand on dépasse cette limite on ne peut plus déterminer avec exactitude la température de la solidification commençante.

Le mixte $Sn + Se^2$ ne donne qu'un point de solidification ; il se comporte donc à la manière d'un composé défini et cependant la ligne de fusibilité ne présente aucune particularité au point correspondant ; le corps solidifié se présente sous forme de larges lamelles flexibles noires.

Etain et tellure. — Pour les mélanges qui renferment moins de tellure que le prototellurure Sn Te, la ligne de fusibilité a encore même allure que dans les cas étudiés précédemment. Le maximum de l'ordonnée correspond au composé défini Sn Te. Voici les coordonnées de quelques points :

Valeurs de R.	Température de solidification.
7,00	600°
12,00	670°
18,00	690°
51,00	780°

La courbe de fusibilité ne présente aucune particularité pour les mélanges $Sn^2 + Te^3$ et $Sn + Te^2$, elle a une ordonnée minima au point δ (388°) qui correspond à un mélange eutectique. Enfin elle se termine par la partie presque droite $\delta\theta$ qui aboutit au point de fusion du tellure (452°).

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'oxydation directe du Cæsium et sur quelques propriétés du peroxyde de Cæsium.* Note de M. **E. Rengade**, présentée par H. Moissan.

On sait que le cæsium s'enflamme immédiatement au contact de l'air [1]. Il était intéressant de rechercher si cette propriété n'était pas due à la présence de l'humidité, et d'étudier comment se comporte le métal au contact de l'oxygène pur et sec.

L'appareil employé dans ce but se composait d'un tube de verre horizontal, communiquant par une de ses extrémités avec une trompe à mercure ou avec un appareil à oxygène sec, fermé à l'autre bout par un bouchon à robinet s'ouvrant sur un ajutage latéral placé verticalement. Une nacelle en aluminium étant placée au-dessous de cet

(1) Graefe et Eckart, *Zeitschr. anorg. Chem.*, t. XXIII, p. 378.
H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 587.

ajutage, il est facile d'y introduire le cæsium, soit en le fondant dans un tube effilé dans un courant d'acide carbonique, soit, mieux encore, en le distillant dans le vide de la trompe. En tournant ensuite le robinet, on isole la nacelle contenant le métal parfaitement propre, et on la fait glisser au milieu du tube.

Dans ces conditions, le vide complet étant fait dans l'appareil, dès qu'on laisse entrer une petite quantité d'oxygène, le métal fond et s'oxyde immédiatement en absorbant totalement le gaz.

Dans la crainte qu'une trace d'humidité puisse exister dans l'appareil, qui comportait plusieurs robinets, l'expérience a été disposée d'une autre manière : une petite ampoule en verre à pointe fine, contenant le métal distillé dans le vide, est enfermée dans un tube de verre de plus gros diamètre, plein d'oxygène, et au fond duquel se trouvent quelques bâtons d'acide métaphosphorique. Après plusieurs semaines de contact, on donne au tube une secousse brusque, de manière à casser la pointe de l'ampoule. Il se produit une oxydation immédiate du cæsium avec incandescence, même si la pression de l'oxygène n'était que de quelques centimètres de mercure.

L'oxydation est bien plus difficile lorsqu'on opère à basse température : à — 40° le cæsium noircit rapidement, mais sans incandescence ; à — 80°, l'action de l'oxygène est très lente, et ce n'est que plusieurs minutes après la rupture de l'ampoule que l'on commence à voir la surface du métal se colorer en rouge, puis se ternir et noircir.

L'appareil décrit en premier lieu a servi également à étudier les produits d'oxydation du cæsium : si l'on fait arriver lentement de l'oxygène sur le métal contenu dans la nacelle d'aluminium, il se produit d'abord un liquide à reflets mordorés, rappelant les métaux ammoniums, qui se transforme bientôt sous l'action d'une nouvelle quantité d'oxygène en une masse noirâtre. L'oxydation ne tarde pas à s'arrêter, et l'on est obligé de chauffer pour qu'elle continue à se produire. La matière foisonne d'abord, puis se contracte. Il est probable qu'il se fait successivement les différents oxydes obtenus déjà par une autre voie [1]. J'étudierai aujourd'hui le terme ultime de cette réaction :

Si l'on chauffe le produit dans l'oxygène jusqu'à fusion définitive et qu'on laisse refroidir lentement, on obtient une masse jaune, cristalline. La mesure du volume d'oxygène absorbé et le dosage du cæsium conduisent à la formule Cs^2O^4 (trouvés : 0,19, 29 ; Cs : 80, 67 — théorie : 0, 19, 39; Cs : 80, 61).

L'action d'un excès d'oxygène à chaud sur le cæsium conduit donc au même peroxyde que l'oxydation complète à froid du métal ammonium.

Il est nécessaire, pour obtenir un produit bien pur, de le laisser refroidir lentement dans l'oxygène, et mieux de le maintenir quelque temps dans ce gaz à la pression atmosphérique vers 300° ou 350°. Si on laisse refroidir rapidement l'oxyde fondu, sa couleur n'est plus jaune, mais brune et sa teneur en oxygène est un peu trop faible. Cela tient à ce que cet oxyde se dissocie très facilement. La dissociation commence bien avant la température de fusion : elle est déjà très nette à 350°. En même temps le contenu de la nacelle noircit. Vers 450° la tension de l'oxygène est d'environ 7^{mm}. La mesure des tensions

(1) E. Rengade, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1536.

n'est, du reste, qu'approximative, l'oxyde se volatilisant en même temps et se décomposant au contact du verre.

La nacelle d'aluminium n'est pas attaquée dans ces expériences pourvu que l'on évite toute trace d'humidité. Tous les autres métaux essayés, le platine, l'or, l'argent, le nickel, ainsi que le verre, sont au contraire fortement attaqués dans les mêmes conditions.

L'oxyde préparé comme il a été dit est d'un jaune doré, plus foncé à chaud. Sa densité, prise dans le toluène et rapportée à l'eau à 19°, est de 3,77. Son point de fusion, dans une atmosphère d'oxygène, est de 515°.

Il est décomposé immédiatement par l'eau avec dégagement d'oxygène et formation d'eau oxygénée suivant l'équation

$$Cs^2O^4 + 2H^2O = 2CsOH + O^2 + H^2O^2$$

L'acide carbonique bien sec est sans action sur lui à la température ordinaire. En chauffant légèrement, il se produit la réaction :

$$CO^2 + Cs^2O^4 = CO^3Cs^2 + O^3$$

L'hydrogène sec réduit également le peroxyde de cæsium vers 300°. Il se dégage de l'oxygène et de la vapeur d'eau. La réaction est du reste complexe : En effet, le premier effet de l'hydrogène étant de produire de la vapeur d'eau, celle-ci réagit partiellement sur le peroxyde restant, et le décompose avec dégagement d'oxygène. Elle attaque également la nacelle, qui est fortement corrodée, et il se forme de l'aluminate de cæsium en même temps que de l'hydrate.

En résumé, l'oxygène, même parfaitement sec, attaque énergiquement le cæsium à la température ordinaire, beaucoup plus lentement à basse température.

L'action d'un excès d'oxygène sur le cæsium conduit au peroxyde Cs^2O^4, jaune, facilement dissociable, décomposé par l'eau à la température ordinaire, réduit par l'acide carbonique et par l'hydrogène à des températures peu élevées.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthodes nouvelles de préparation de quelques dérivés organiques de l'arsenic.* Note de M. **V. Auger**, présentée par M. H. Moissan.

Cette étude a été faite en vue de trouver des modes de passage faciles entre les principaux dérivés méthylés de l'arsenic, en partant principalement des acides méthylarsinique et cacodylique que l'industrie fournit actuellement à prix modéré.

Iodure de méthylarsine CH^3AsI^2. — La meilleure méthode d'obtention consiste à

réduire l'acide méthylarsinique par SO^2, puis de précipiter l'iodure avec un excès d'iodure de potassium et d'acide chlorhydrique. Ainsi, un mélange de 200gr de méthylarsinate de sodium, 250gr d'IK et 500gr d'eau, additionné de 150gr d'HCl, à froid, étant soumis à l'action d'un courant de SO^2, en refroidissant, forme un dépôt jaune d'une huile épaisse d'iodure. Lorsque le liquide n'absorbe plus SO^2, on l'additionne d'un excès de HCl, environ 150gr, pour précipiter tout l'iodure. Celui-ci se solidifie par refroidissement, vers 15 à 20°. On décante le liquide surnageant, et lave l'iodure à l'HCl dilué de son volume d'eau. Le rendement est environ 85 p. 100 de la théorie.

Oxyde de méthylarsine CH^3AsO. — L'iodure de méthylarsine, dissous dans le benzène, est traité par un excès de carbonate de sodium sec, au réfrigérant ascendant. Lorsque la solution benzénique est décolorée, on la décante, lave la partie saline au benzène, et distille le solvant. Le résidu contenu dans le ballon cristallise immédiatement, et fournit l'oxyde pur après enlèvement des dernières traces de benzène par l'action du vide. Le rendement est théorique.

Chlorure de méthylarsine CH^3AsCl^2. — Le trichlorure de phosphore réagit violemment sur l'acide méthylarsinique suivant :

$$PCl^3 + CH^3AsO^3H^2 = PO^3H + CH^3AsCl^2 + HCl.$$

Il faut opérer avec beaucoup de précaution, en projetant peu à peu l'acide dans un excès de trichlorure bien refroidi dans un mélange refrigérant. On procède ensuite au fractionnement, par distillation, des chlorures. Le produit obtenu peut être fort bien séparé du PCl^3, mais il est malheureusement souillé par une petite proportion d'$AsCl^3$ provenant d'une réaction secondaire de l'acide chlorhydrique sur l'acide méthylarsinique, suivant :

$$CH^3AsO^3H^2 + 4HCl = CH^3Cl + AsCl^3 + 3H^2O$$

Chlorure de cacodyle. — On peut obtenir ce composé avec un excellent rendement, en faisant réagir une solution chlorhydrique d'acide hypophosphoreux sur l'acide cacodylique. La réaction est :

$$2(CH^3)^2AsO^2H + 3H^3PO^2 + 2HCl = 3H^3PO^3 + H^2O + 2(CH^3)^2AsCl.$$

On opère en se servant de la quantité calculée d'hypophosphite de sodium, additionné d'un fort excès d'acide chlorhydrique. On verse la solution obtenue dans une solution chlorhydrique d'acide cacodylique, et distille le mélange. Le chlorure, séparé sous forme d'huile incolore, lourde, est décanté et distillé.

On peut aussi préparer le chlorure de cacodyle, par l'action de PCl^3 sur l'acide cacodylique, suivant :

$$2(CH^3)^2AsO^2H + 2PCl^3 = POCl^3 + PO^3H + HCl + 2(CH^3)^2AsCl.$$

On opère en projetant peu à peu l'acide dans le trichlorure bien refroidi. A la distillation fractionnée, il est presque impossible de séparer l'oxychlorure de phosphore du chlorure de cacodyle, mais on y parvient en traitant le mélange par l'acide chlorhydrique concentré, à froid, qui décompose peu à peu l'oxychlorure et laisse intact le chlorure de cacodyle.

Les rendements sont théoriques. Le carbonate de sodium sec transforme ce chlorure en oxyde qu'on obtient ainsi facilement.

Cacodyle $(CH^3)^2As . As(CH^3)^2$. — On peut l'obtenir en quantité considérable, et très facilement, en faisant réagir un excès d'hypophosphite de sodium en solution chlorhydrique sur l'acide cacodylique. Il faut opérer avec précaution pour éviter les emballements, au début. Le cacodyle séparé de la partie aqueuse, acide, est ensuite distillé dans un courant de CO^2.

Iodure de tétraméthylarsonium $(CH^3)^4AsI$. — Ce produit peut être obtenu en quantité aussi considérable qu'on veut, et théoriquement, par la réaction suivante :

$$(CH^3)^2AsO^2H + 2ICH^3 + 2PO^2H^3 = (CH^3)^4AsI + 2PO^3H^3 + IH.$$

On opère comme suit : L'acide et l'hypophosphite de sodium en fort excès (2 fois la quantité théorique) sont mise en solution aqueuse concentrée ; on y ajoute l'iodure, une petite quantité (1/4 de la quantité théorique) d'HCl, et l'on fait bouillir le tout pendant un jour environ, au réfrigérant ascendant, dans une atmosphère de CO^2, pour éviter l'oxydation du cacodyle qui se forme tout d'abord. Lorsque l'iodure de méthyle a disparu, on additionne le produit d'un fort excès de soude qui précipite l'iodure d'arsonium, essore au vide le produit précipité, et purifie celui-ci par dissolution et cristallisation dans l'alcool bouillant, après avoir traité la solution alcoolique par CO^2 pour précipiter l'alcali dissous.

Le rendement est théorique.

Il est probable que les méthodes ci-dessus indiquées pourront être employées pour tous les dérivés alcoylés de l'arsenic.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les azoïques. Transformation des azoïques orthocarboxylés en dérivés c-oxyindazyliques.* Note de **M. P. Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

J'ai montré récemment [1] que les azoïques qui possèdent une fonction alcool ou aldéhyde orthosubstituée se transforment avec la plus grande facilité dans les dérivés indazyliques correspondants. L'étude des azoïques à fonction acide orthosubstituée fournit un exemple encore plus curieux de ce type de réactions.

En effet, tandis que les acides azoïques parasubstitués se transforment normalement en chlorures d'acides lorsqu'on les traite à froid ou à chaud par le perchlorure de phosphore, les isomères orthosubstitués se comportent d'une façon absolument différente ;

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1136 ; t. CXXXVII, p. 982 ; t. CXXXVIII, p. 1275 et 1425.

ils donnent naissance à des dérivés *c*-oxyindazyliques chlorés dans le noyau aromatique :

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix} Az = Az \\ CO^2H \end{matrix}\right. \diagdown C^6H^5 + PCl^5 = POCl^3 + HCl + C^6H^3Cl\left\langle\begin{matrix} Az \\ | \\ C.OH \end{matrix}\right\rangle Az.C^6H^5.$$

En présence d'un excès de perchlorure, le groupement OH est remplacé, partiellement du moins, par un atome de chlore ; cette substitution ne se produit pas lorsqu'on emploie le chlorure de thionyle. Les deux réactions s'effectuent d'ailleurs quantitativement et déjà au-dessous de 0°.

La constitution de ces dérivés indazyliques résulte des faits suivants :

Lorsqu'on les oxyde par l'acide chromique ou mieux encore par l'acide nitrique dilué bouillant, ils se transforment quantitativement en acides azobenzoïques chlorés :

$$C^6H^3Cl\left\langle\begin{matrix} C.OH \\ | \\ Az \end{matrix}\right\rangle Az.C^6H^5 + O = C^6H^3Cl\left\langle\begin{matrix} CO^2H \\ Az = Az \end{matrix}\right. \diagup C^6H^5$$

Ils se dissolvent dans les acides concentrés et dans les alcalis et fournissent des dérivés benzoylés lorsqu'on traite leurs solutions alcalines par le chlorure de benzoyle.

Ces faits démontrent l'existence du noyau indazylique d'une part, et d'autre part la présence d'un groupement OH ; ce dernier n'étant pas soudé à l'un des noyaux aromatiques, ne peut qu'être fixé au carbone du noyau indazylique. Cette dernière conclusion est d'ailleurs confirmée par la réaction qui s'effectue avec l'acide *o*-azobenzoïque. Ce dernier se transforme en effet, sous l'influence du perchlorure de phosphore, en un chlorure indazylique que l'eau décompose en donnant naissance à une lactone chloro-oxyindazylbenzoïque :

$$C^6H^3Cl\left\langle\begin{matrix} C - O \diagdown CO \\ | \\ Az \end{matrix}\right\rangle Az \langle C_6H_4 \rangle$$

Je me réserve d'ailleurs d'achever la démonstration de cette formule en transformant les dérivés oxyindozyliques en question, en dérivés halogénés, puis en indazols non substitués.

Il reste également à établir la position de l'atome de chlore dans le noyau aromatique. Dans tous les cas étudiés jusqu'ici, il se forme au moins deux isomères qui ont mêmes propriétés chimiques et dont les solubilités sont assez voisines. Je n'ai pu isoler dans chaque cas à l'état

de pureté, qu'un seul des dérivés formés, mais l'analyse du mélange a démontré qu'il s'agissait bien de composés isomériques.

Je me réserve de déterminer la place de la substitution en étudiant les acides azoïques chlorés en divers endroits du noyau. Je me propose également de voir si la réaction est limitée par un certain nombre de substitutions.

On a déjà signalé le fait que les azoïques se transforment en hydrazoïques chlorés dans le noyau sous l'influence de l'alcool et de l'acide chlorhydrique. La réaction que je viens de décrire est toutefois essentiellement différente de celle-ci, car elle ne s'applique pas aux acides azoïques parasubstitués.

Le *chloro-oxy-3-phénylindazol* cristallise en paillettes blanches, solubles dans l'acide acétique bouillant, presque insolubles dans la benzine et le chloroforme. Il fond vers 265° et fournit par oxydation un acide chlorobenzène-azobenzoïque fusible à 124-125°

La lactone chloro-oxy-3-indazylbenzoïque se présente sous la forme de fines aiguilles solubles dans le benzène, fusibles à 241°. Elle distille sans décomposition dans le vide. L'acide nitrique concentré chaud la transforme en un acide chlorodinitrobenzène-azobenzoïque fusible à 225°, l'un des groupements CO^2H ayant été remplacé par un groupe AzO^2.

L'amide *p*-benzène-azobenzoïque préparée par les procédés usuels fond à 224°.

HYDROLOGIE. — *Sur les gaz des sources thermales. Détermination des gaz rares ; présence générale de l'argon et de l'hélium.* Note de M. **Charles Moureu**, présentée par M. Deslandres.

Voici la composition centisémale, en volumes, des mélanges gazeux qui se dégagent au griffon de quelques eaux minérales. Elle a été déterminée suivant la méthode que nous avons décrite précédemment (*Comptes rendus*, 2 janvier 1906). Les gaz rares sont dosés en bloc ; leur ensemble constitue le résidu gazeux non absorbable par les réactifs.

Le tableau comprend 43 sources, qui se trouvent classées par régions. La plupart sont françaises ; quatre sont étrangères [1].

---

[1] Nous avons déjà fait connaître les résultats de nos expériences sur quelques-unes de ces sources. Nous les reproduisons néanmoins, afin que le tableau comparatif soit complet.

SOURCES	CO^3	OXYGÈNE	AZOTE	OXYGÈNE et azote.	GAZ RARES (en bloc).
Badgastein (Autriche)	trace	1,40	97,25	»	1,35
Spa, source du Tonnelet (Belgique)	84,25	0,175	15,296	»	0,279
Plombières (Vosges). Source Vauquelin	0,21	1	96,81	»	1,98
— n° 3	néant	5,75	92,56	»	1,69
— Crucifix	»	3,30	95,14	»	1,56
— n° 5	»	4,27	94,25	»	1,48
— Capucins	1	8,90	88,65	»	1,45
Bains-les-Bains (Vosges)	trace	4,69	94,07	»	1,24
Luxeuil (Hte-Saône) Source des Dames	1,9	0,6	95,44	»	2,06
— Grand-Bain	3,07	1,8	93,09	»	2,04
Maizières (Côte-d'Or)	néant	1	92,65	»	6,35
Bourbon-Lancy (Saône-et-Loire) Source Reine	trace	0,9	96,1	»	2,9
— du Lymbe	id.	3,6	93,5	»	2,8
Aix-les-Bains (Savoie)	néant	11,11	87,74	»	1,15
Salins-Moutiers (Savoie)	36,70	néant	62,54	»	0,77
Saint-Honoré (Nièvre)	néant	»	97,92	»	2,08
Pougues (Nièvre)	98,6	»	»	1,385	0,015
Néris (Allier)	12,3	0,50	85,09	»	2,11
Vichy (Allier). Source Célestins	98,85	»	»	1,135	0,015
— Grande Grille	85,70	»	»	14,192	0,108
— Hôpital	88,30	»	»	11,61	0,09
— Chomel	86,15	»	»	13,726	0,124
— Lucas	98,9	»	»	1,0874	0,0126
— Boussange	96,18	»	»	3,777	0,0428
Royat (Puy-de-Dôme)	99,5	»	»	0,4945	0,0052
Mont-Dore (Puy-de-Dôme)	99,39	»	»	0,604	0,0061
Châtel-Guyon (Puy-de-Dôme)	97,4	»	»	2,576	0,024
Lamalou (Hérault)	99,5	»	»	0,495	0,005
Dax (Landes) Source Nehe	néant	1	97,56	»	1,44
— Trou des pauvres	—	néant	98,6	»	1,4
Ax, Source Viguerie (Ariège)	—	—	98,45	»	1,55
Bagnères de Bigorre, Source Salies (Hautes-Pyrénées)	3,14	trace	95,25	»	1,60
Cauterets (Htes-Pyrénées) Source César	néant	néant	98,44	»	1,56
— Mauhourat	—	—	98,47	»	1,53
— du Bois [1]	—	—	98,48	»	1,52
— la Raillère	—	—	98,79	»	1,21
— des Œufs	—	7,48	91,12	»	1,40

[1] MM. Bouchard et Troost avaient déjà signalé l'hélium dans la source du Bois, et l'argon et l'hélium dans la source de la Raillère (*Comptes rendus*, 1895). Quelques autres sources ont été, en outre, étudiées au même point de vue par divers auteurs. Rappelons les expériences de Lord Rayleigh et sir William Ramsay sur les eaux de Bath (*Zeit. physik. Chem.*, 1895, t. XVI, 1896, t. XIX, p. 371), de M. H. Kayser sur les eaux de

SOURCES	CO^2	OXYGÈNE	AZOTE	OXYGÈNE et azote.	GAZ RARES (en bloc).
Eaux-Bonnes (Basses-Pyrénées) . . .	—	néant	98,20	»	1,80
Eaux-Chaudes (Basses-Pyrénées). . .	—	—	98,57	»	1,43
Cambo (Basses-Pyrénées)	—	0,76	98,49	»	0,75
Ogen, source Peyré (Basses-Pyrén.).	trace	11	87,92	»	1,08
Panticosa, source St-Augustin (Aragon).	0,2	1,6	97	»	1,2
Caldellas (Portugal).	néant	2,44	96,40	»	1,16

L'examen de ce tableau suggère immédiatement quelques remarques intéressantes. Comme on pouvait le supposer *a priori*, la proportion des gaz rares suit assez régulièrement la teneur en azote; elle est inverse, au contraire, de celle de l'acide carbonique, l'un ou l'autre de ces deux gaz étant tour à tour prédominant.

La source d'Eaux-Bonnes, par exemple, pour une teneur en azote de 98,20, renferme 1,80 de gaz rares, tandis que la source du Mont-Dore, pour une proportion de gaz carbonique de 99,39, contient 0,0061 de gaz rares. En général, la proportion des gaz rares est voisine de 1 à 1,5 p. 100 de celle de l'azote. Quelques sources dépassent notablement cette proportion : à Bourbon-Lancy, par exemple, nous trouvons 2,8 et 2,9 p. 100, et, à Maizières, la proportion des gaz rares atteint le chiffre exceptionnellement élevé de 6,35 p. 100.

En faisant l'étude spectroscopique du mélange global des gaz rares, nous avons reconnu la présence de l'argon dans chacune des 43 sources examinées, et celle de l'hélium dans 39 sources. En général, la raie principale de l'hélium ($\lambda = 587,6$) était au moins aussi intense que les raies les plus fortes de l'argon; dans quelques cas, notamment à Châtel-Guyon, au Mont-Dore, à Dax et à Bagnères, cette raie était beaucoup plus faible, quoique encore nettement visible. Les quatre sources où nous n'avons pu réussir, par l'examen spectroscopique direct du mélange des gaz rares, à mettre l'hélium en évidence, sont : Royat, Ogeu, Cambo et Panticosa. Il ne semble pas douteux, d'ailleurs, que, comme dans les 39 autres sources,

---

Wildbad, dans la Forêt-noire (*Chem. News*, 1895, n° 1865, p. 89), de MM. Bouchard et Desgrez sur la source de Bagnoles-de-l'Orne (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 969), de MM. Nasini et Anderlini sur les suffioni de Laderello et les thermes d'Albano, de M. Dewar sur la source de Bath (*Annal. de chim. et de phys.*, 1904), et de M. H. Moissan sur la source Bordeu, de Luchon (*Bull. Soc. Chim.*, t. XXIX, p. 439).

l'hélium y soit réellement présent; sa proportion y est sans doute trop faible pour qu'il puisse être décelé directement, son spectre étant masqué par celui de l'argon.

Comme je l'ai fait observer dans une communication antérieure (*Comptes rendus*, novembre 1904), les faits de cet ordre sont en étroite relation avec la radioactivité des sources, qui, depuis les travaux de MM. Curie et Laborde (*Comptes rendus*, mai 1904), a été l'objet de nombreuses recherches, principalement à l'étranger. Ils apportent au problème si obscur de la médecine thermale de nouvelles données positives, et ils intéressent, en outre, la connaissance des terrains géologiques traversés par les eaux minérales dans leur trajet souterrain.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'élasticité des tissus organiques.* Note de M. **Ad. Goy**, présentée par M. Alfred Giard.

Dans une note récente [1], M. Ch. Henry a montré que les allongements relatifs λ des muscles striés, sous l'action d'une charge p, variable, peuvent se représenter par la formule

$$\lambda = k \log\left(1 + \frac{p}{\varpi}\right) \tag{1}$$

où l'on a posé $\lambda = \frac{l - l_0}{l_0}$, l_0 étant la longueur initiale du muscle non chargé; l, sa longueur sous la charge p; k et ϖ étant des constantes à déterminer pour chaque série d'expériences.

Ce fait est remarquable. L'allongement d'une fibrille musculaire est la somme des allongements de chacune de ses parties; supposons que chacun de ces allongements puisse s'exprimer par la formule (1) et soient k_1, ϖ_1; k_2, ϖ_2; etc., les constantes élastiques de chaque élément constitutif du segment fibrillaire : sous l'action d'une traction p, ces éléments s'allongent respectivement de $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$; l'allongement total sera $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \ldots + \lambda_n$.

On doit avoir

$$\sum_n^1 k_i \log\left(1 + \frac{p}{\varpi i}\right) = k \log\left(1 + \frac{p}{\varpi}\right);$$

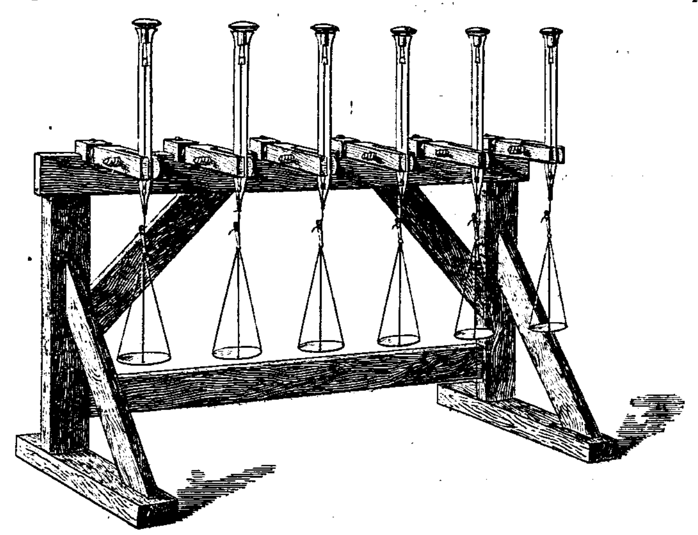
[1] *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 729.

identité qui entraîne les égalités suivantes : $\varpi_1 = \varpi_2 = \ldots = \varpi_n = \varpi$; $k = k_1 + k_2 + \ldots + k_n$.

Les différents disques constitutifs du segment fibrillaire du muscle strié ont donc la même valeur ϖ : ce qui est un nouvel argument en faveur de l'interprétation, d'après laquelle ϖ mesurerait des quantités de l'ordre de la tonicité musculaire.

On est conduit à se demander si la même loi d'élasticité est applicable aux muscles lisses et même aux tissus conjonctifs. J'ai étudié à cette fin, en vue d'applications thérapeutiques, l'élasticité de diverses muqueuses, en particulier de muqueuses vaginales prélevées chaque fois, *aussitôt que possible*, sur le cadavre.

J'ai d'abord construit un appareil permettant la mesure directe de l'allongement d'un tissu sous différentes charges avec la précision du vingtième de millimètre, sans l'intervention de levier ni d'articulation. Cet appareil (*fig.* 1) permet de prendre immédiatement la moyenne de plusieurs observations et de maintenir les tissus au sein de liquides appro-



priés, soit pour assurer leur conservation, soit pour éviter leur dessiccation au cours des mesures.

L'instrument se compose d'un châssis en bois, maintenant verticalement des tubes de verre qui permettent de présenter les tissus à la mesure en les conservant dans le fluide convenable. Ces tissus sont tenus à leurs extrémités au moyen de pinces en buis.

La pince supérieure, munie d'une bague en caoutchouc sert en même temps à fermer l'orifice supérieur du tube et à empêcher ainsi l'écoulement du liquide par la partie inférieure, étranglée à cet effet. La pince inférieure est fixée à l'extrémité d'un cordon qui soutient un plateau destiné à recevoir les poids dont on veut déterminer les effets

tenseurs. Des cavaliers légers en métal inoxydable se placent sur les tissus et servent d'index pour déterminer leur longueur. Ces déterminations se font au moyen d'un cathétomètre spécial, en visant successivement les pointes des cavaliers et en notant les indications correspondantes du vernier. On fait varier les charges de 5 en 5 grammes.

A cet appareil est associé un *coupe-membrane* que nous avons spécialement étudié en vue de découper dans les tissus des lanières prismatiques d'égale section, sans leur faire subir aucun effort de cisaillement qui puisse altérer leurs propriétés élastiques.

Lorsque l'on veut déterminer la longueur initiale du tissu, celui-ci se recourbe, s'il n'est pas tendu. On tourne cette difficulté en extrapolant légèrement cette courbe des allongements sous de très petites charges.

Pour calculer k et ϖ, nous faisons passer au sentiment une courbe à travers les points d'observation ; — nous relevons sur cette courbe le λ_1 correspondant à un poids p_1 assez élevé ; enfin nous cherchons sur la courbe quel poids p_1 produit un allongement λ_0 moitié du précédent. — On a alors simplement

$$\varpi = \frac{p_0^2}{p_1 - 2p_0},$$

puis connaissant ϖ

$$K = \frac{\lambda_1}{\log\left(1 + \frac{p_1}{\varpi}\right)}.$$

Les courbes d'élasticité des muqueuses que nous avons étudiées sont toutes remarquablement exprimées par l'équation (1), à la condition de négliger les points d'inflexion que l'on constate sur la courbe avant la rupture de certains tissus parasites. Ce procédé est justifié et cette interprétation est autorisée par le fait suivant absolument général : si, après avoir dépassé le point d'inflexion, on recommence les mesures de λ en faisant varier p dans n'importe quel sens, le point d'inflexion disparaît, la courbe reprenant l'allure logarithmique.

Les rapports des valeurs de ϖ et de k que nous avons trouvés, au cours de nos expériences, pour les diverses muqueuses sont variables, comme il ressort du tableau suivant :

Nos	K	ϖ	Nos	K	ϖ
I	5,38	20 »	V	6,66	60,5
II	24,40	576 »	VI	1,93	5,57
III	2,83	15,6	VII	3,88	30,15
IV	7,67	111 »			

Il n'y a pas lieu de s'en étonner, les tissus étudiés étant fatalement plus ou moins altérés, et conséquemment peu comparables entre eux. La généralité de la formule (1) n'en est pas moins établie, ϖ représentant, bien entendu, dans le cas actuel, des tensions d'un caractère purement physique.

PHYSIOLOGIE. — *Régénérateur de la fibrine et dosages comparatifs de cette substance dans différents territoires vasculaires chez le chien après la défibrination.* Note de M. **Doyon**, **A. Morel** et **N. Kareff**, présentée par M. Dastre.

I. *Données antérieures.* — Les travaux successifs de *Magendie* et *Dastre* ont démontré les faits suivants : *a*) On peut défibriner un animal en pratiquant des saignées successives et en réinjectant après chaque prise de sang défibriné dans les vaisseaux ; *b*) l'animal refait sa fibrine ; le taux de cette substance peut dépasser le taux initial.

II. *But du travail.* — Nous avons déterminé la rapidité avec laquelle la fibrine est régénérée, et comparé, pendant la période de régénération, la teneur en fibrine du sang, dans différents territoires vasculaires. Nous estimons que nos résultats peuvent contribuer à la solution du problème de l'origine de la fibrine.

III. *Résultats.* — *a*) La fibrine se reforme très rapidement. Peu d'heures après la défibrination presque totale de l'animal la teneur du sang en fibrine peut dépasser la teneur initiale. — *b*) Pendant les premières heures qui suivent la défibrination le sang des veines périphériques (fémorales) est moins riche en fibrine que le sang artériel ; par contre le sang des veines sus-hépatiques est plus riche que le sang artériel et que le sang porte.

IV. *Déductions.* — Ces résultats sont à rapprocher de ceux que nous avons obtenus après la saignée. Il sont en faveur de l'origine hépatique du fibrinogène. Toutefois ils sont en opposition avec les idées régnantes. On considère en général que le sang sus-hépatique ne contient pas ou contient peu de fibrine, d'autre part *Mathews* a localisé la fonction

fibrinogénique dans l'intestin. A l'appui de son opinion *Mathews* cite des cas où, chez le chat normal, le teneur en fibrine du sang porte était plus élevée que la teneur du sang artériel et du sang cave, mais il n'a pas fait de dosages dans le sang sus-hépatique.

TABLEAU I

DÉFIBRINATION PAR SAIGNÉES ET RÉINJECTIONS SUCCESSIVES DU SANG DÉFIBRINÉ. RÉGÉNÉRATION DE LA FIBRINE

POIDS DU CHIEN	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
	22 kilogr.	23 kilog.	23 kilogr.	23 kilogr.	24 kilogr.	24 kilogr.	$22^{kg}500$
NUMÉRO DE LA PRISE	FIBRINE DE BATTAGE POUR 1000^{gr} DE SANG						
1°	$0^{gr}840$	$0^{gr}4772$	$0^{gr}523$	$0^{gr}4186$	$1^{gr}0905$	$0^{gr}5732$	
2°	$0^{gr}452$	$0^{gr}2536$	$0^{gr}382$	$0^{gr}3327$	$0^{gr}7275$	$0^{gr}4617$	$1^{gr}5959$
3°	$0^{gr}335$	$0^{gr}2093$	$0^{gr}274$	$0^{gr}2117$	$0^{gr}6139$	$0^{gr}3732$	
4°	$0^{gr}318$	$0^{gr}1600$	$0^{gr}204$	$0^{gr}1273$	$0^{gr}5222$	$0^{gr}2875$	$0^{gr}4414$
5°	$0^{gr}210$	$0^{gr}0976$	$0^{gr}154$	$0^{gr}0834$	$0^{gr}4610$	$0^{gr}2009$	$0^{gr}3908$
6°	$0^{gr}144$	$0^{gr}0433$	$0^{gr}112$	$0^{gr}0621$	$0^{gr}3721$	$0^{gr}1334$	$0^{gr}3182$
7°	$0^{gr}056$	$0^{gr}0210$	$0^{gr}084$	$0^{gr}0539$	$0^{gr}2519$	$0^{gr}1201$	$0^{gr}2417$
8°	$0^{gr}029$		$0^{gr}061$	$0^{gr}0415$	$0^{gr}1633$	$0^{gr}0615$	$0^{gr}1733$
9°	»	$0^{gr}0130$	$0^{gr}058$	$0^{gr}0352$	$0^{gr}0872$	$0^{gr}0533$	$0^{gr}1215$
10°	»		$0^{gr}033$	$0^{gr}0281$	$0^{gr}0653$	$0^{gr}0429$	$0^{gr}0912$
11°	»	»	$0^{gr}023$	$0^{gr}0212$	$0^{gr}0481$	$0^{gr}0345$	$0^{gr}0736$
12°	»	»	$0^{gr}017$		$0^{gr}0312$	$0^{gr}0312$	$0^{gr}0522$
13°	»	»	$0^{gr}0115$	»	$0^{gr}0225$	$0^{gr}0285$	$0^{gr}0314$
14°	»	»	»	»	$0^{gr}0191$	$0^{gr}0221$	$0^{gr}0265$
15°	»	»	»	»		$0^{gr}0197$	$0^{gr}0197$
16°	»	»	»	»	»		»
MOMENT DE LA PRISE	FIBRINE DE CAILLOT POUR 1000^{gr} DE SANG ARTÉRIEL						
Avant la défibrination	$3^{gr}30$	$1^{gr}31$	$2^{gr}47$	$1^{gr}36$	$3^{gr}54$	$1^{gr}49$	$2^{gr}78$
Immédiatement après	»	$0^{gr}05$	$0^{gr}04$	$0^{gr}07$	$0^{gr}35$	$0^{gr}11$	$0^{gr}04$
Plusieurs heures après	$1^{gr}46$	$1^{gr}75$	$2^{gr}74$	$1^{gr}67$	$1^{gr}96$	$1^{gr}80$	$3^{gr}25$
	$3^{h}30$ après	20^{h} après	$10^{h}30$ après	$9^{h}15$ après	$8^{h}30$ après	$9^{h}30$ après	$9^{h}55$ après

Chez les chiens 2°, 3°, 4°, 5°, 6°, 7° chaque prise est de 300^{gr} de sang ; chez le chien 1° de 400^{gr}. Par suite d'une erreur la première prise chez le chien 2° est de 400^{gr} et la septième chez le chien 6 de 550^{gr}.

TABLEAU II

DOSAGES COMPARATIFS DE LA FIBRINE DE CAILLOT DANS DIFFÉRENTS TERRITOIRES VASCULAIRES APRÈS LA DÉFIBRINATION PENDANT LA PÉRIODE DE RÉGÉNÉRATION DE LA FIBRINE.

POIDS DES CHIENS	FIBRINE DE CAILLOT POUR 1000gr DE SANG						
	AVANT LA DÉFIBRINATION	IMMÉDIATEMENT APRÈS	PLUSIEURS HEURES APRÈS LA DÉFIBRINATION				
	artère fémorale.	artère fémorale.	artère fémorale.	veine fémorale.	veine porte.	sus-hépatique.	nombre d'heures après.
1° 20k5	»	»	1gr88	1gr70	1gr39	1gr99	15h
2° 17k5	»	»	1gr24	1gr14	1gr14	1gr32	10h
3° 23k	1gr36	0gr07	1gr67	1gr49	2gr02	2gr15	9h15
4° 25k	1gr59	»	1gr92	—	1gr95	2gr08	6h50

Le chien 1° a subi 11 prises successives de 400gr chacune; les 400 premiers grammes contenaient 1gr,137 de fibrine, les trois dernières prises réunies 0gr,0187. Le chien 2° a subi 10 prises de 300gr; les 300 premiers grammes contenaient 0gr,8183 de fibrine, les trois dernières prises réunies 0gr,0163. Le chien 3° a subi 12 prises de 300 gr, la première contenait 0gr,4186 de fibrine, les deux dernières réunies 0gr,0272. Le chien 4° a subi 7 prises de 400gr, on a enlevé en tout 1gr,703 de fibrine, dont 0gr,032 par la dernière prise. Le sang sus-hépatique a coagulé en général plus rapidement que le sang des autres territoires et contenait de la fibrine de battage.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une réaction de type oxydasique présentée par les composés halogénés des terres rares.* Note de **E. FOUARD**, présentée par M. Emile Roux.

Dans une note précédente (1), j'ai montré l'action catalytique exercée par les sels halogénés des métaux alcalins et alcalino-terreux dans la fixation de l'oxygène libre par les solutions aqueuses de polyphénols.

En poursuivant l'étude de cette réaction, j'ai recherché, à l'instigation de M. Etard, si cette même propriété s'étendait à une catégorie spéciale de sels, les composés halogénés des terres rares.

La grande analogie de propriétés des éléments de ce groupe et des alcalino-terreux pouvait en effet suggérer cette recherche.

Grâce à l'obligeance de M. Etard, j'ai pu disposer d'échantillons d'oxydes de ces terres, obtenus avec le maximum possible de pureté, et j'ai préparé des solutions équimolécu-

(1) *Comptes Rendus*, 26 mars 1906.

laires de chlorures de thorium, de cérium, de lanthane, de néodyme, de praséodyme, et de samarium dont j'ai étudié l'activité oxydante comparativement à celle d'une solution équivalente de chlorure de sodium.

Toutes ces solutions étaient neutres chimiquement, sauf celle de thorium qu'on ne peut obtenir que franchement acide ; leur titre commun, exprimé en chlorure de sodium par $\frac{32}{1000}$ de molécule-gramme par litre, a été imposé par celui de la plus étendue, correspondant au chlorure le moins soluble.

Les essais d'oxydation ont porté, comme précédemment, sur l'hydroquinone, introduite dans toutes ces solutions à la concentration de $\frac{1}{100}$ de molécule-gramme. J'ai adopté le même dispositif que celui déjà décrit, en vue de doser les gaz résiduels provenant de la réaction dans chaque atmosphère limitée : pour cela, chaque tube recevant un volume de liquide égal à la moitié de sa jauge, l'autre moitié contenait de l'air à température et pression mesurées au moment de la fermeture. Ensuite chaque tube était enduit d'une couche de paraffine et plongé dans un bain d'huile pour éviter toute fuite gazeuse. Après une oxydation continue de huit jours, j'ai effectué les analyses de chaque atmosphère gazeuse.

L'expérience a nettement justifié l'hypothèse émise sur le rôle de ces sels. J'ai constaté en effet :

1° L'absorption d'un certain volume d'oxygène;

2° L'absence d'acide carbonique et d'oxyde de carbone. J'ai mesuré, pour chaque solution de chlorure, le volume d'oxygène absorbé, évalué à 0° et 760^mm, en déterminant les volumes de ce gaz dans l'état initial et dans l'état final.

J'en ai déduit pour chaque élément la valeur du rapport $R = \frac{\text{oxygène absorbé.}}{\text{oxygène total.}}$

Tous ces nombres sont relevés dans le tableau suivant, par ordre décroissant du rapport R :

Solutions de chlorures.	Volume initial d'oxygène à 0°,760^{mm}.	Volume d'oxygène absorbé à 0°,760^{mm}.	Rapport R p. 100.
de Samarium $SaCl_3$. . .	$9^{cmc},9$	$7^{cmc},5$	75,75 p. 100.
de Thorium $ThCl_4$ . . .	$10^{cmc},3$	$6^{cmc},5$	63,10 —
de Cérium $CeCl_3$ . . .	$10^{cmc},05$	$5^{cmc},8$	57,71 —
de Néodyme $NdCl_3$. . .	$10^{cmc},05$	$5^{cmc},45$	54,23 —
de Praséodyme $PrCl_3$ . .	$10^{cmc},5$	$5^{cmc},6$	53,35 —
de Lanthane $LaCl_3$ . . .	$10^{cmc},4$	$2^{cmc},35$	22,60 —
de Sodium NaCl. . . .	$10^{cmc},1$	$1^{cmc},8$	17,82 —

L'examen de ce tableau montre que le chlorure de sodium, qui s'était montré le plus actif dans les séries des métaux alcalins et alcalino-terreux

communs est ici le dernier du classement obtenu avec les éléments des terres rares. Ceux-ci sont donc, depuis le samarium jusqu'au lanthane, des catalyseurs oxydants très énergiques.

Un tel résultat incite à rappeler les travaux de Cossa, relevés dans ces *Comptes rendus* (t. LXXXIV, p. 377). Ce savant italien, en se servant des méthodes de séparations chimiques et de l'analyse spectrale, a démontré l'extrême diffusion des terres rares dans les sols arables; en particulier, il a caractérisé leur présence dans la cendre d'os. Il affirme que ces métaux sont des plus répandus, quoiqu'à un état de dilution extrême, dans la nature, et qu'ils entrent dans la composition des êtres organisés.

Sans vouloir exprimer ici l'hypothèse que ces éléments entrent dans la structure minérale de certaines diastases oxydantes, il me semble permis de rapprocher les faits établis dans ce travail de ceux mis en évidence par les recherches de Cossa.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de l'adrénaline sur la teneur du muscle en glycogène.* Note de M^me **Z. Gatin-Gruzewska**, présentée par M. Dastre.

Blum [1] a signalé pour la première fois la glycosurie consécutive à des injections d'adrénaline et a émis l'hypothèse qu'elle est en rapport avec la disparition du glycogène du foie; plusieurs auteurs [2] ont apporté, à l'appui de cette thèse, des expériences faites sur le lapin ou sur le chien.

J'ai cherché ce que devenait le glycogène des muscles dans le diabète adrénalinique.

Un lapin dont le poids ne variait pas pendant l'espace d'une semaine était soumis au jeûne pendant 24^h; on lui injectait ensuite, dans le péritoine, une certaine quantité d'adrénaline (un milligr. par kilo d'animal au maximum). L'adrénaline, parfaitement pure [3], était dissoute dans l'eau acidulée par l'acide acétique (1 mol. d'adrénaline pour 1 mol. d'acide acétique).

---

(1) Blum, *Arch. f. d. Ges. Phys.*, 1902.

(2) Doyon, *C. R. de la Société de Biologie* (Séance du 16 janvier 1904, p. 66).
Noel Paton, *Journal of physiol.*, 3, p. 286, 1904.
Bierry et M^me Z. Gatin-Gruzewska — *C. R. de la Société de Biologie* (Séance du 27 mai 1905, p. 902).

(3) G. Bertrand, *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 3, t. 31, p. 1188, 1904.

Les lapins étaient sacrifiés, en des temps variables après l'injection de l'adrénaline, par section des carotides. Le foie et un poids déterminé (100gr environ) de muscles étaient immédiatement prélevés pour l'analyse. Le glycogène a été analysé par la méthode de Pflüger (¹) et les dosages de sucre ont été effectués par la méthode de G. Bertrand (²).

Dans le tableau suivant sont réunis les chiffres obtenus au cours de quelques expériences. En regard on trouvera par comparaison les résultats d'analyses faites sur des lapins soumis à l'inanition pendant quatre jours et n'ayant pas reçu d'adrénaline.

JOURS de jeûne.	POIDS final des Lapins.	ADRÉNAL. injectée en milligr.	POIDS de l'animal après injection.	FOIE en grammes.	GLYCOGÈNE du foie en grammes (en glucose).	MUSCULATURE totale en grammes.	GLYCOGÈNE total des muscles (en glucose).	GLYCOGÈNE des muscles en p. 100.
4	1k749	»	»	38	0,0097	500	0,250	0,050
4	2k200	»	»	43,5	0	717	0,351	0,049
24 heures	1k780	2 milligr. dans 4cc d'eau.	40 heures après 1kg503	32,7	0	560	0	
24 heures	1k900	1 milligr. dans 2cc H^2O	32 heures après 1kg800	37	0	650	0	

On voit que si après un jour de jeûne on donne à un lapin 1mgr d'adrénaline par kilo sous forme d'une solution contenant par centimètre cube 0gr,0005 d'adrénaline, on ne trouve plus de glycogène 36-40h après cette injection, ni dans le foie ni dans les muscles. Mais si on diminue le temps compris entre l'injection d'adrénaline et la mort du lapin, ou si l'on augmente la dilution de la solution d'adrénaline, on retrouve des quantités plus ou moins grandes de glycogène dans le foie et dans le muscle.

L'animal ayant reçu de l'adrénaline peut refaire, lorsque l'effet de l'injection ne se manifeste plus, du glycogène aux dépens d'aliments appropriés.

A deux lapins ayant été traités en même temps et de la même façon que ceux du tableau, on a donné, *per os*, 24h après l'injection d'adrénaline, 40gr de glucose; 16h après l'animal est sacrifié. Le foie pèse 60gr et contient 2gr,224 de glycogène dosé en

(¹) PFLUGER, *Vorschriften zur Ausführung einer quantitativen Glykogenanalyse.* (*Arch. f. d. Ges. phys.* T. 92, p. 81-101; 1902.)

(²) Décrite dans C.-L. GATIN, *Recherches Anat. et Chim. sur la germination des palmiers.* (*Annales des Sciences naturelles. Botanique.* T. III, 9e s., 1906, p. 293.)

glucose. Dans 740 gr de muscles on trouve 1gr,036 de glycogène. Dans le foie et les muscles du second lapin on a trouvé des quantités considérables de glycogène.

Jusqu'ici lorsqu'on voulait obtenir des animaux dépourvus de glycogène on les soumettait au jeûne ou à l'action de la strychnine. Or le premier de ces moyens donne des résultats incertains et le second est extrêmement pénible.

L'adrénaline utilisée comme il vient d'être dit permet d'obtenir aisément, dans un temps relativement court, des lapins sans glycogène. Pour les chiens il faudrait chercher la dose d'adrénaline et le temps de jeûne, qui, d'après les quelques expériences que j'ai faites, doit être sensiblement plus long que pour les lapins.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'identité d'*Hemipygus tuberculosus *et d'*Hemicidaris crenularis. Note de **M. Seguin**, présentée par M. de Lapparent.

Le Séquanien coralligène des environs de Bourges est riche en Echinides gnathostomes. L'*Hemicidaris crenularis* et surtout l'*Hemipygus tuberculosus* y sont abondants.

Sur les adultes d'*Hemipygus tuberculosus* au-dessus de 10mm de diamètre, les caractères génériques d'*Hemipygus* se modifient et se rapprochent de ceux d'*Hemicidaris crenularis* jusqu'à se confondre avec eux.

L'étude d'une série de ces deux oursins conduit à les identifier.

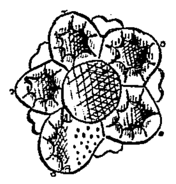


Fig. 1.

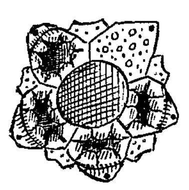


Fig. 2.

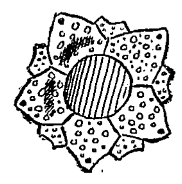


Fig. 3.

A mesure qu'*Hemipygus tuberculosus* augmente de taille, son apex présente les modifications suivantes : jusqu'à l'oursin de 10mm de diamètre, à l'exception du madréporide dont le centre soulevé porte les hydrotrèmes, les plaques génitales restent arrondies, à centre déprimé bordé d'un cordon granuleux, perforées dans l'épaisseur de la courbe libre par un pore génital visible de côté seulement (*fig.* 1); à partir de cette taille la dépression centrale des génitales, d'abord arrondie, se rétrécit, s'allonge en fente parallèle au bord périproctal, d'abord sur la génitale 1 (notation de Löven), puis et dans cet ordre chez les génitales 5, 4, à partir de 15mm de diamètre (*fig.* 2). La dépression centrale arrondie de la génitale 3 persiste la dernière; elle ne s'allonge en fente

qu'au-dessus de 18mm de diamètre (*fig.* 3) et ne disparaît complètement que dans les oursins d'une taille supérieure à 25mm de diamètre. Pendant que ces modifications s'accomplissent, la partie adorale des génitales s'allonge en pointe, le pore génital devient peu à peu visible d'en haut. Il est placé tout à fait à l'extrémité de l'angle libre, partie beaucoup moins saillante que le reste de la plaque.

Les ocellaires, situées dans les angles des génitales, restent bilobées jusqu'à la taille de 8mm de diamètre, puis elles prennent peu à peu la forme subpentagonale qu'elles vont garder et se couvrent de granules.

Aussi, entre les tailles de 12 à 16mm de diamètre, est-il impossible de dire si l'on a sous les yeux un *Hemipygus tuberculosus* de grande taille ou un *Hemicidaris* jeune.

A partir du diamètre de 18mm, l'apex se rapproche de plus en plus de celui de l'*Hemicidaris crenularis* typique. Les plaques génitales deviennent saillantes, leurs granules apparus vers 15mm de diamètre se multiplient, le pore génital se rapproche du centre des plaques en même temps que se soulève la partie encore déprimée qui le porte et la transformation est complète chez l'oursin de plus de 25mm de diamètre. Il ne reste plus de trace de ce qu'on pourrait appeler le stade *Hemipygus*, l'*Hemicidaris crenularis* type est constitué.

La constatation de ces modifications dans l'évolution d'un organe aussi important qu'est l'apex pour le développement des Echinides, suffirait à elle seule pour prouver l'identité des deux oursins. D'ailleurs l'étude des deux autres portions du test conduit aux mêmes conclusions.

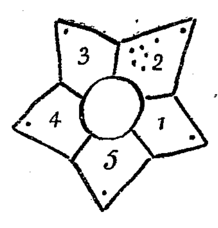


Fig. 4.

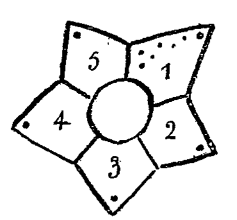


Fig. 5.

La formule ambulacraire est la même chez *Hemicidaris crenularis* et chez *Hemipygus tuberculosus*. Les semi-tubercules de la base sont en nombre variable avec la taille : 3 à 5 chez *Hemipygus*, 5 à 8 chez *Hemicidaris*, tous portés sur des majeures oligopores. Au-dessus, les petits tubercules de l'un comme les granules de l'autre sont situés de 3 en 3 primaires. Ici encore la différence tient à la taille, car des granules imperforés et incrénulés se voient au sommet de l'ambulacre de l'*Hemicidaris crenularis* à 25mm de diamètre, de même que de petits tubercules crénulés et perforés continuent les semi-tubercules de la base ambulacraire des *Hemipygus tuberculosus* de grande taille à 10, 12mm de diamètre. Les interambulacres sont absolument semblables, seul le sommet est peut-être un peu plus tuberculeux au stade *Hemipygus* : cette particularité s'observe aussi jusqu'à 25mm de diamètre chez *Hemicidaris crenularis* incontestable.

Il paraît légitime de tirer les conclusions suivantes :

Dans le Séquanien de Bourges, toutes les formes de passage existent entre l'*Hemipygus tuberculosus* (Cotteau) et l'adulte typique d'*Hemicidaris crenularis* (Lamarck) et le premier paraît n'être que le jeune âge du second. Il y aurait donc lieu de retrancher de la méthode l'espèce *Hemipygus tuberculosus*.

Cette étude contient encore une conclusion d'un ordre différent. Löven a attribué aux plaques génitales le numérotage de la figure 4 et n'a donné aucune raison de ce choix. Ne pourrait-on pas lui préférer le numérotage de la figure 5, qui aurait sur celui de Löven l'avantage de rappeler l'ordre dans lequel les génitales arrivent à constituer l'état adulte au moins chez *Hemicidaris crenularis*.

M. **Pierre Carles** adresse une Note traitant *de l'obtention d'un soufre mouillable qui ne change aucunement le degré acidimétrique ou alcalimétrique des bouillies à la chaux ou au carbonate de soude et de l'action de bouillies soufrées contre l'oïdium de la vigne et du rosier*.

A trois heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à quatre heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

Ouvrages reçus dans la séance du 30 avril 1906.

(Suite.)

Die Theorie, Berechnung und Konstruktion der Dampfturbinen, von Gabriel Zahikjanz, mit 23 Textfiguren. Berlin, M. Krayn, 1906; 1 fasc. in-8°.

Sur les propriétés de deux cercles égaux et tangents, par Antonio Cabreira. Coïmbre, 1906; 1 fasc. in-8°.

Sur le problème relatif à la résolution d'un triangle dont on connaît deux côtés et l'angle opposé à l'un d'eux, par Antonio Cabreira. (*Bull. des Sc. math. et phys. élémentaires*, n° 12, 15 mars 1906, p. 177.) 1 fasc. in-8°.

Cabreira (Antonio). (Article du « *Dictionnaire biographique international des écrivains, etc.*, par Henry Carnoy », t. XIV, p. 196.) 1 fasc. in-8°.

Sulla produttivita del grano a seconda dell'epoca di sementa; Nota del prof. Napoleone Passerini. Florence, 1906; 1 fasc. in-8°.

Esperienze per combattere la pernospora della Vite, serie settima, 1905; Nota del prof. Napoleone Passerini. Florence, 1906; 1 fasc. in-8°.

Contributo alla fisiologia dei muscoli lisci; Nota del prof. Angelo Mosso. Rome, 1906; 1 fasc. in-8°.

Esperienze sulla dispersione anomala dei vapori mettallici nell'arco elettrico alternativo, che illustrano la questione degli spettri molteplici di un elemento; Nota del prof. L. Puccianti. Rome, 1906; 1 fasc. in-4°.

Proceedings of the Sydney University Engineering Society, 1904; vol. IX. Sydney; 1 vol. in-8°.

Indice alfabetico del Bolletino delle pubblicazioni italiane, receputę per diritto di stampa dalla Bibliotheca Nazionale centrale di Firenze nel 1905. Florence, 1905; 5 fasc. in-8°.

Boletin de la Real Sociedad Geografica; t. XLVIII, 1er trimestre 1906. Madrid; 1 fasc. in-8°.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe; Bd. CXIX, Abt. I, IIb, III. Vienne, 1905; 3 fasc. in-8°.

Nachrichten von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Mathematisch-physikalische Klasse, 1906; Heft 1. Berlin, 1906; 1 fasc. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 MAI 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

M. le Président annonce à l'Académie qu'en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance du lundi 4 juin sera remise au mardi 5.

ASTRONOMIE. — *Sur les travaux récents accomplis à l'Observatoire de Besançon.* Note de M. **Lœwy**.

M. Lebeuf m'a prié de faire hommage à l'Académie des dernières publications de l'Observatoire de Besançon. Elles sont relatives à la chronométrie et à la météorologie.

Le Directeur de l'Observatoire de Besançon s'est appliqué avec une grande ardeur à perfectionner les méthodes employées pour la vérification des chronomètres et des montres émanant de la fabrique bisontine et à faire naître une émulation très heureuse parmi les constructeurs d'appareils destinés à la mesure du temps.

Ces efforts persévérants ont été couronnés de succès. La lecture du 17e *Bulletin chronométrique*, relatif à l'année 1904-1905, permettra en effet de se convaincre qu'il en est résulté non seulement une augmentation progressive dans le nombre des pièces d'horlogerie soumises au contrôle de l'Observatoire, mais aussi qu'une plus grande régularité se manifeste actuellement dans la marche des chronomètres et des montres présentés aux concours de réglage.

MÉCANIQUE. — *Centres de gravité de systèmes spiraloïdes*, par M. **Haton de la Goupillière**.

1. On a pu voir dans notre précédente communication (page 1130) quels obstacles rencontre la recherche du lieu géométrique des centres de gravité d'une ligne dont la densité varie en raison d'une puissance entière et positive de sa longueur, pour une figure aussi simple que le cercle. En vue d'un résultat plus complet (tout en élargissant la généralité de l'exposant), j'envisagerai la spirale logarithmique. Elle justifie encore la devise de Jacques Bernoulli : *eadem mutata resurgo ;* car le lieu géométrique des centres de gravité des arcs croissants à partir du pôle, et de densité proportionnelle à une puissance positive (entière, fractionnaire ou incommensurable) de la longueur, est une spirale égale tournée d'un certain angle.

Nous prendrons l'équation de la courbe sous la forme

$$r = e^{\theta \cot a},$$

en appelant a l'angle de la tangente et du rayon. La masse élémentaire est $s^n ds$, et la masse totale

$$\frac{s^{n+1}}{n+1}, \quad \text{ou} \quad \frac{e^{(n+1)\theta \cot a}}{(n+1)\cos^{n+1} a}.$$

Le moment relatif à l'axe des ordonnées a pour valeur

$$\int_{-\infty}^{\theta} s^n ds\, r.\, \cos\theta = \frac{1}{\sin a \cos^n a} \int_{-\infty}^{\theta} e^{(n+2)\theta \cot a} \cos\theta\, d\theta.$$

Posons pour simplifier

$$(n+2)\cot a = \cot b,$$

nous aurons pour l'abscisse du centre de gravité

$$x \cdot \frac{e^{(n+1)\theta \cot a}}{(n+1)\cos^{n+1} a} = \frac{1}{\sin a \cos^n a} \int_{-\infty}^{\theta} e^{\theta \cot b} \cos\theta\, d\theta,$$

$$x = (n+1)\cot a \cdot e^{-(n+1)\theta \cot a} \left[\frac{\sin\theta + \cot b \cos\theta}{1 + \cot^2 b} e^{\theta \cot b} \right],$$

l'exponentielle s'annulant pour la limite inférieure de l'intégrale, puisque son exposant est positif. On a donc

$$x = (n+1)\cot a \sin b \cos(\theta - b)\, e^{\theta \cot a}.$$

On trouverait de même pour l'ordonnée du centre de gravité

$$y = (n+1)\cot a \sin b \sin(\theta - b)\, e^{\theta \cot a}.$$

2. Il suffit maintenant d'éliminer θ entre ces deux égalités. Convertissons-les pour cela en coordonnées polaires

$$\operatorname{tang} \omega = \frac{y}{x} = \operatorname{tang}(\theta - b),$$

$$\omega = \theta - b \quad , \quad \theta = \omega + b,$$

$$\rho = \sqrt{x^2 + y^2} = (n+1)\cot a \sin b\, e^{\theta \cot a}$$
$$= (n+1)\cot a \sin b\, e^{(\omega + b)\cot a}.$$

Si nous posons enfin

$$(n+1)\cot a \sin b \,.\, e^{b \cot a} = e^{c \cot a},$$

nous pourrons écrire

$$\rho = e^{(\omega + c)\cot a},$$

c'est-à-dire une équation identique à la proposée, pourvu que l'on fasse tourner de l'angle c l'axe polaire.

En résolvant numériquement par rapport à a l'équation transcendante $c = 2k\pi$, ou

$$\operatorname{arc\,cot}\left[(n+2)\cot a\right] + \operatorname{tang} a \operatorname{Log}\left[\frac{(n+1)\cot a}{\sqrt{1 + (n+2)^2 \cot^2 a}}\right] = 2k\pi,$$

on déterminerait des spirales spéciales qui sont à elles-mêmes le lieu de leurs centres de gravité, pour une densité proportionnelle à la puissance n de la longueur.

3. Le cas ordinaire de l'arc homogène rentre dans ce théorème général pour $n = o$. En prenant $n = 1$, on l'appliquera au centre de gravité de l'aire, à la condition de tenir compte de la superposition des spires aréolaires. En effet, si l'on condense en leurs centres de gravité les secteurs élémentaires qui la composent, on constitue une spirale semblable réduite d'un tiers, c'est-à-dire une spirale égale tournée d'un certain angle et douée d'une densité proportionnelle au rayon, ou à l'arc. On devra ici tenir compte à la fois des deux rotations, pour déterminer des spirales qui soient à elles-mêmes le lieu des centres de gravité de leur aire.

4. Envisageons maintenant des puissances négatives, en distinguant les trois intervalles séparés par les limites

$$0, \; -1, \; -2, \; -\infty.$$

Entre zéro et -1, rien à modifier, puisque les exposants $n+1$ et $n+2$ restent positifs, ce qui annule au pôle le facteur exponentiel. Le même énoncé s'applique donc alors purement et simplement.

Au contraire, entre -2 et $-\infty$, les exposants $n+1$ et $n+2$ étant négatifs, les deux intégrales de la masse et du moment deviennent infinies au pôle, ce qui entrave les raisonnements. En revanche nous pouvons reconstituer un théorème semblable, en substituant à l'arc précédent celui qui s'étend du point décrivant à l'infini ; c'est-à-dire en intégrant, non plus de $-\infty$ à θ, mais de θ à $+\infty$. Le facteur exponentiel s'annule maintenant pour la limite supérieure des intégrales. Une analyse semblable conduit donc à un énoncé identique, mais relatif à cet arc tout différent du premier.

Entre -1 et -2 enfin, il n'y a plus place pour aucun énoncé. En effet $n+1$ étant négatif et $n+2$ positif, l'intégrale de la masse devient infinie au pôle, tandis que celle du moment l'est à l'opposé. Aucun des deux arcs ne comporte donc plus notre analyse.

5. Cette lacune s'étend aux limites elles-mêmes. C'est seulement *en dehors* de leur intervalle que s'appliquent les théorèmes.

Pour $n=-2$, en effet, le facteur exponentiel s'évanouit dans l'expression du moment, qui reste purement trigonométrique, et deviendrait indéterminée pour $\theta = \pm\infty$.

Avec $n=-1$, nous avons le *centre de gravité de la courbure*. En effet la densité variant en raison inverse de l'arc, ou du rayon vecteur, ou du rayon de courbure, la masse élémentaire sera $\frac{ds}{\rho}$, c'est-à-dire l'angle de contingence, lequel est égal à $d\theta$ puisque a est constant. La masse totale sera donc θ, lequel devient infini aussi bien vers le pôle que dans le sens opposé.

6. Finalement donc, nous pouvons formuler l'énoncé suivant : *Si la densité des arcs d'une spirale logarithmique varie en raison d'une puissance n (entière, fractionnaire ou incommensurable) de la longueur comptée depuis le pôle, le lieu géométrique des centres de gravité est une spirale égale tournée d'un certain angle, pour l'arc en question si n est compris entre -1 et $+\infty$; ou au contraire pour l'arc complémentaire qui se développe du point décrivant à l'infini, lorsque n se trouve entre -2 et $-\infty$; aucun énoncé ne subsistant aux limites -1 et -2 elles-mêmes, ni dans leur intervalle.*

7. Nous terminerons ces recherches en envisageant un chapelet discontinu formé des nombres consécutifs de 1 à q, disposés en forme de graduation angulaire le long de la spirale logarithmique, à partir d'un de ses points par lequel nous ferons passer l'axe polaire. Appelons β leur intervalle constant.

Pour en obtenir le centre de gravité, il suffit d'évaluer les sommes de moments U et V. La masse k a pour azimut $\theta = k\beta$ et pour rayon vecteur $r = e^{\mathrm{A}k\beta}$ (en représentant pour abréger $\cot a$ par A). On a donc

$$\mathrm{U} = \sum_0^q k e^{\mathrm{A}k\beta} \cos k\beta, \qquad \mathrm{V} = \sum_0^q k e^{\mathrm{A}k\beta} \sin k\beta.$$

Nous pouvons également ranger sur la spirale, non plus les nombres naturels, mais leurs puissances p entières et positives. Les moments deviendront

$$\mathrm{U}_p = \sum_0^q k^p e^{\mathrm{A}k\beta} \cos k\beta, \qquad \mathrm{V}_p = \sum_0^q k^p e^{\mathrm{A}k\beta} \sin k\beta.$$

8. Introduisons ici les sommes des abscisses et des ordonnées

$$u = \sum_0^q e^{\mathrm{A}k\beta} \cos k\beta, \qquad v = \sum_0^q e^{\mathrm{A}k\beta} \sin k\beta.$$

On en déduit à l'aide du symbole imaginaire $i = \sqrt{-1}$

$$(1) \qquad u + vi = \sum_0^q e^{\mathrm{A}k\beta} (\cos k\beta + i \sin k\beta) = \sum_0^q e^{k(\mathrm{A}+i)\beta},$$

progression géométrique qui a pour somme

$$u + vi = \frac{e^{(q+1)(\mathrm{A}+i)\beta} - 1}{e^{(\mathrm{A}+i)\beta} - 1}.$$

Rendons le dénominateur réel en multipliant par l'imaginaire conjuguée les deux termes de la fraction

$$u + vi = \frac{\left[e^{(q+1)(\mathrm{A}+i)\beta} - 1\right]\left[e^{(\mathrm{A}-i)\beta} - 1\right]}{\left[e^{(\mathrm{A}+i)\beta} - 1\right]\left[e^{(\mathrm{A}-i)\beta} - 1\right]}$$

$$= \frac{e^{(q+2)\mathrm{A}\beta} e^{qi\beta} - e^{(q+1)\mathrm{A}\beta} e^{(q+1)i\beta} - e^{\mathrm{A}\beta} e^{-i\beta} + 1}{e^{2\mathrm{A}\beta} - e^{\mathrm{A}\beta}(e^{i\beta} + e^{-i\beta}) + 1}.$$

Remplaçons les exponentielles par leurs équivalents trigonométriques,

en égalant séparément les parties réelles ou imaginaires

(2) $$\begin{cases} u = \dfrac{e^{(q+2)A\beta}\cos q\beta - e^{(q+1)A\beta}\cos(q+1)\beta - e^{A\beta}\cos\beta + 1}{e^{2A\beta} - 2e^{A\beta}\cos\beta + 1}, \\ v = \dfrac{e^{(q+2)A\beta}\sin q\beta - e^{(q+1)A\beta}\sin(q+1)\beta + e^{A\beta}\sin\beta}{e^{2A\beta} - 2e^{A\beta}\cos\beta + 1}. \end{cases}$$

9. A ces expressions, dorénavant connues, nous pouvons rattacher U_p et V_p. Différentions en effet p fois de suite la formule (1) et sa conjuguée

$$\frac{d^p u}{d\beta^p} + i\frac{d^p v}{d\beta^p} = (A+i)^p \sum_0^q k^p e^{(A+i)k\beta},$$

$$\frac{d^p u}{d\beta^p} - i\frac{d^p v}{d\beta^p} = (A-i)^p \sum_0^q k^p e^{(A-i)k\beta}.$$

Or on a, en rendant à A sa valeur cot a

$$(A+i)^p = \left(\frac{\cos a + i\sin a}{\sin a}\right)^p = \frac{e^{pai}}{\sin^p a},$$

$$(A-i)^p = \left(\frac{\cos a - i\sin a}{\sin a}\right)^p = \frac{e^{-pai}}{\sin^p a}.$$

Il vient donc en ajoutant les équations précédentes

$$\begin{aligned} 2\frac{d^p u}{d\beta^p}\sin^p a &= e^{pai}\sum_0^q k^p e^{Ak\beta}(\cos k\beta + i\sin k\beta) \\ &\quad + e^{-pai}\sum_0^q k^p e^{Ak\beta}(\cos k\beta - i\sin k\beta) \\ &= e^{pai}(U_p + iV_p) + e^{-pai}(U_p - iV_p) \\ &= U_p(e^{pai} + e^{-pai}) + iV_p(e^{pai} - e^{-pai}), \end{aligned}$$

$$\frac{d^p u}{d\beta^p}\sin^p a = U_p\cos pa - V_p\sin pa.$$

On trouvera de même

$$\frac{d^p v}{d\beta^p}\sin^p a = U_p\sin pa + V_p\cos pa.$$

Nous déduisons donc de ces deux égalités

$$U_p = \left(\frac{d^p v}{d\beta^p}\sin pa + \frac{d^p u}{d\beta^p}\cos pa\right)\sin^p a,$$

$$V_p = \left(\frac{d^p v}{d\beta^p}\cos pa - \frac{d^p u}{d\beta^p}\sin pa\right)\sin^p a,$$

formules qui résolvent la question en exprimant U_p et V_p, c'est-à-dire les coordonnées X_p, Y_p du centre de gravité en fonction des dérivées d'ordre p des expressions (2).

AÉRONAUTIQUE. — *Sur une expédition en ballon dirigeable, projetée pour l'Exploration du Pôle Nord.* Note de M. **J. JANSSEN.**

Les progrès de la Navigation aérienne réalisés dans ces derniers temps devaient forcément appeler l'attention des hardis voyageurs cherchant à pénétrer le mystère des régions polaires. Aussi est-ce sans surprise que nous apprenons qu'un des explorateurs les plus célèbres de ces contrées inaccessibles, M. Walter Wellman, fait construire à Paris un ballon dirigeable qu'on va transporter incessamment au Spitzberg d'où il partira pour atteindre le Pôle Nord.

Avant d'entrer dans l'exposé des moyens que M. Wellman compte employer dans cette exploration, nous devons rappeler le beau rapport dont Faye, doyen de la section d'astronomie, donnait lecture dans la séance du 4 juin 1895, au nom d'une commission dans laquelle figuraient MM. Daubrée et Blanchard.

Après avoir rendu hommage au courage de cet héroïque martyr des explorations polaires et de ses compagnons, l'illustre doyen de la section d'astronomie exprimait le regret de voir exposer des vies si précieuses dans une expédition entourée de tels dangers. Notre regretté confrère reproduisait sous une forme moins énergique les idées émises quatre-vingt-treize ans auparavant par un des membres les plus illustres de l'Académie, le grand physicien Rochon dans un ouvrage publié en l'an X de la République; il conseille fortement de faire partir un ballon du Spitzberg pour traverser les régions polaires; puis après avoir annoncé que sa proposition avait l'appui de Buffon, il ajoute qu'en considération des risques de l'entreprise, l'équipage pourrait être composé de criminels à qui l'on accorderait leur grâce.

Mais depuis cette époque, grâce au travaux de MM. Giffard, Dupuy de Lôme, Gaston Tissandier, Krebs et Renard, Santos Dumon et Lebaudy, nous possédons des ballons dirigeables.

Le chef de l'expédition américaine dont je viens vous entretenir s'est déjà fait connaître avantageusement du monde scientifique, par de belles

explorations polaires. En 1894, il partait pour dresser la carte complète de la côte du Spitzberg. En 1898, il explorait la terre François-Joseph jusqu'au 82e parallèle et attachait son nom à la découverte d'îles nouvelles.

Le 16 mars 1906, la Société de géographie de Washington, présidée par M. Willis-L. Moore, directeur du Weather Bureau, adoptait à l'unanimité les plans que M. Walter Wellman lui présentait.

Son lieutenant est le major H.-B. Hersey, représentant le Weather Bureau des États-Unis qui fournit les instruments nécessaires aux observations scientifiques. Lors de la guerre espagnole, ce savant, qui dirigeait l'observatoire météorologique de l'Arizona, quitta ses fonctions pour se mettre sous les ordres directs du Président Roosevelt et, depuis la conclusion de la paix, il a repris ses fonctions scientifiques.

Les frais de l'expédition, qui sont évalués approximativement à la somme de treize cent mille francs, sont supportés par M. Lawson, M. Wellman lui-même et la Société nationale de Géographie, qui a tenu à donner sa part contributive.

A bord du ballon polaire, la France sera représentée par M. Hervieu, aéronaute bien connu. D'un autre côté, les deux chefs d'expédition emploient leur séjour à Paris à faire des ascensions réitérées; depuis quinze jours ils en ont déjà exécuté une dizaine.

Lorsque deux des compagnons d'Andrée ont eu l'honneur d'être présentés à un des secrétaires perpétuels, celui-ci aurait dit : « Je vous approuve, « à condition que vous aurez commencé par traverser l'Europe avec votre équipage aérostatique. »

Cette parole a été écoutée cette fois, car le ballon de M. Wellman sera préalablement essayé au Spitzberg. Les épreuves de direction et de vitesse seront exécutées au-dessus d'un large bras de mer voisin du lieu de gonflement, et l'expédition ne partira que si le vent est favorable et si toutes les expériences préliminaires ont réussi de la façon la plus complète. Dans le cas contraire, l'expédition reviendra en France, où l'on exécutera toutes les modifications reconnues nécessaires.

Je mets sous les yeux de l'Académie un mémoire explicatif dans lequel nos confrères trouveront les éléments nécessaires pour apprécier la construction du ballon. Nous devons ajouter que, préalablement, M. Wellman est venu en France prendre l'avis de nos aéronautes les plus compétents.

L'expédition établit à Hammerfest, le point le plus septentrional de l'Eu-

rope, une station de télégraphie sans fil ; une seconde au Spitzberg ; une troisième sur le continent américain et une quatrième à bord du ballon lui-même. La communication électrique avec la Terre sera donnée par le guide-rope compensateur qui est en acier.

De plus, prévoyant le cas où le ballon ferait défaut, M. Wellman emporte des traîneaux à traction de pétrole qui ont été essayés avec succès dans les glaces de la Suède l'hiver dernier. Les épreuves cinématographiques ont été prises pendant les expériences ; elles seront mises sous les yeux de l'Académie lorsqu'elles seront arrivées à Paris.

PHYSIQUE. — *Addition à la note sur les basses températures et l'analyse chimique* (1). Note de MM. **D'ARSONVAL** et **BORDAS**.

La distillation et la dessiccation dans le vide aux basses températures se fait très bien *pratiquement* avec le vide de la trompe ordinaire qui suffit dans la plupart des cas. Au cours de nos expériences nous avions trouvé néanmoins avantage à avoir un vide plus parfait obtenu soit avec la trompe à mercure, soit avec le charbon refroidi à la température de l'air liquide, suivant le procédé de Dewar. Il en est ainsi par exemple pour la distillation de certains liquides alcooliques peu riches en alcool et très sirupeux. Nous reviendrons en détail sur ces cas particuliers, surtout lorsqu'il importe de recueillir certains gaz ayant encore une tension de vapeur appréciable à la température d'ébullition de l'air liquide.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Observations magnétiques à Tananarive*. Note de M. **ÉD.-ÉL. COLIN**.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats des expériences magnétiques de déclinaison, d'inclinaison et de composante horizontale que j'ai exécutées, toutes les semaines, à l'observatoire de Tananarive, depuis le mois de mai 1905 jusqu'en avril 1906.

Voici les valeurs obtenues :

(1) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1058. Séance du 14 mai 1906.

MESURES ABSOLUES DE LA DÉCLINAISON, EN 1905 ET 1906.

Dates.	Heures.		Déclinaison NW.	
Mai. 5	11h30m à	11h45m	9°49'41"	Moy. : 9°51'45"
12	11.30	11.41	9.52.55	
19	11.35	11.45	9.50.56	
26	11.30	11.40	9.53.30	
Juin 2	11.20	11.32	9.48.45	Moy. : 9°48'38"
9	11.33	11.48	9.49.15	
16	11.20	11.35	9.47.37	
23	11.20	11.34	9.47. 0	
30	11.35	11.47	9.50.37	
Juill. 7	11.40	11.50	9.48. 8	Moy. : 9°48'40"
14	13. 5	13.20	9.45.52	
21	11.40	11.55	9.49.11	
28	11.30	11.47	9.51.30	
Août. 4	11.40	11.52	9.46.52	Moy. : 9°48'48"
11	11.28	11.40	9.49.30	
18	11.40	11.50	9.49.51	
25	11. 3	11.16	9.49. 0	
Sept. 1	11.36	11.50	9.50. 0	Moy. : 9°49'36"
8	11.36	11.47	9.51.45	
15	11.34	11.48	6.49.19	
23	9.10	9.20	9.47.52	
30	9.10	9.23	9.49. 7	
Oct. 7	13.00	13.15	9.43. 0	Moy. : 9°45'40"
14	9.30	9.40	9.46.14	
21	9.28,	9.41	9.45. 4	
28	9. 0	9.10	9.48.23	

Dates.	Heures.		Déclinaison NW.	
Nov. 4	13h25m à	13h37m	9°38'19"	Moy. : 9°44'59"
11	9. 0	9.15	9.49. 0	
18	9. 0	9.19	9.46.30	
25	9.40	9.48	9.46. 7	
Déc. 1	13.20	13.34	9.39.45	Moy. : 9°43'33"
7	13.15	13.30	9.39.26	
19	8.30	8.43	9.48.15	
23	8.48	9.00	9.51.11	
29	12.25	12.39	9.39. 8	
Janv. 5	12.20	12.34	9.42.45	Moy. : 9°40'57"
12	12.55	13. 9	9.39. 7	
19	13.20	13.30	9.40.56	
26	12.25	12.41	9.41. 0	
Févr. 2	8.43	8.56	9.43.41	Moy. : 9°40'8"
9	12.20	12.37	9.38.26	
16	12.24	12.36	9.41.11	
23	12.22	12.33	9.39.15	
Mars. 2	12.26	12.45	9.39.15	Moy. : 9°41'52"
9	12.23	11.35	9.40.26	
16	11.30	11.41	9.44.19	
23	11.18	12.30	9.45. 4	
30	12.15	12.27	9.40. 0	
Avril. 6	12.15	12.26	9.41.34	Moy. : 9°39'32"
10	12.22	12.34	9.37.56	
20	12.12	12.26	9.37.41	
27	12.12	12.26	9.41. 0	

MESURES ABSOLUES DE L'INCLINAISON, EN 1905 ET 1906.

Dates.	Heures.		Inclinaison.	
Mai. 6	11h30m à	12h 0m	54°19' 2"	Moy. : 54°10'35"
13	11.28	11.58	54. 8.13	
20	11.15	11.45	54.12.47	
27	11.18	11.43	54. 2.21	
Juin. 3	11.40	12. 8	54. 6.22	Moy. : 54°9'42"
10	11.15	11.45	54. 7.54	
17	12. 5	12.35	54.14.10	
24	13.30	14. 0	54.10.23	
Juill. 1	12.20	12.45	54.13.58	Moy. : 54°3'48"
8	11.40	12.20	53.56.28	
15	14.15	14.45	54. 1.50	
21	11.10	11.40	54. 3.29	
29	12.23	12.46	54. 3.16	
Août. 5	11. 4	11.35	54. 2.27	Moy. : 54°4'49"
12	11.35	12.20	54. 3.52	
19	11.13	11.45	53.59.17	
26	11. 4	11.34	54.13.41	
Sept. 1	8.11	8.45	54. 5.54	Moy. : 54°2'29"
9	11.20	12.20	54.16.52	
16	12.19	12.52	54. 2.38	
23	12.21	12.52	53.49.41	
30	13. 8	13.40	53.58.23	
Oct. 7	15. 0	15.30	54. 2. 8	Moy. : 54°4'19"
14	13.15	14. 0	54. 0.37	
21	13. 6	13.45	54. 7.18	
28	13. 8	13.45	54. 7.15	

Dates.	Heures.		Inclinaison.	
Nov. 4	8h15m à	8h50m	53°51'29"	Moy. : 54°5'1"
11	13.40	14. 8	54. 5.26	
18	13.23	13.55	54.16.57	
25	13.20	13.55	54. 6.12	
Déc. 2	12. 8	12.40	54.12. 3	Moy. : 54°13'26"
7	15. 7	15.35	54.20.13	
19	15. 5	15.40	54.20. 1	
23	12.27	13. 3	54. 3.17	
30	12.18	12.53	54.11.37	
Janv. 6	13. 0	13.35	54.25.31	Moy. : 54°13'35"
13	12.17	12.57	54.16.26	
20	12.25	12.51	54. 5.26	
27	12.25	13. 0	54. 7. 0	
Févr. 3	12.20	12.47	54.17.38	Moy. : 44°12'10"
10	12.24	12.55	54.24. 4	
17	12.25	13. 0	54. 4.43	
24	12.21	12.55	54. 4.15	
Mars. 3	12.25	12.53	54.13.36	Moy. : 54°12'49"
10	11.12	11.39	54. 7.30	
17	11.50	12.15	54.15.48	
24	12.12	12.39	54. 9.56	
31	11.15	11.40	54.19.55	
Avril. 7	11.15	11.42	54.13.15	Moy. : 54°16'20"
11	11.30	11.58	54.12.40	
21	11.20	11.50	54.18.50	
28	12.15	12.46	54.20.36	

MESURES ABSOLUES DE LA COMPOSANTE HORIZONTALE, EN 1905 ET 1906.

Dates.	Heures.		Composante horizontale.	
Mai. 5	$12^h 0^m$ à	$12^h 27^m$	0,25542	Moy.: 0,25506
12	11.41	12.10	0,25556	
19	11.46	12.12	0,25437	
26	11.59	12.26	0,25491	
Juin 2	11.33	12.14	0,25419	Moy.: 0,25492
9	12. 3	12.35	0,25558	
16	12. 0	12.27	0,25552	
23	11.34	12.18	0,25456	
30	12.20	12.50	0,25478	
Juill. 7	12.11	12.39	0,25410	Moy.: 0,25446
14	13.20	13.47	0,25476	
21	12.16	12.43	0,25441	
28	11.47	12.38	0,25460	
Août. 4	11.52	12.20	0,25430	Moy.: 0,25459
11	11.40	12.23	0,25508	
18	12.14	12.44	0,25443	
25	11.16	11.45	0,25458	
Sept. 1	12. 9	12.38	0,25442	Moy.: 0,25462
8	11.47	12.31	0,25491	
15	12.10	12.42	0,25506	
23	9.21	9.51	0,25383	
30	9.13	9.52	0,25490	
Oct. 7	13.16	13.49	0,25406	Moy.: 0,25497
14	9.40	10. 9	0,25522	
21	9.42	10.18	0,25496	
28	9.11	9.41	0,25566	
Nov. 4	$13^h 37^m$ à	$14^h 5^m$	0,25476	Moy.: 0,25424
11	9.15	9.50	0,25467	
18	9.19	9.50	0,25340	
25	9.49	10.17	0,25415	
Déc. 1	13.34	14. 2	0,25508	Moy.: 0,25464
7	13.30	14. 0	0,25454	
19	8.43	9.18	0,25440	
23	9. 0	9.28	0,25441	
29	12.39	13.10	0,25479	
Janv. 5	12.34	13.15	0,25523	Moy.: 0,25500
12	13.9	13.36	0,25501	
19	13.31	14. 1	0,25428	
26	12.41	13.10	0,25548	
Févr. 2	8.57	9.26	0,25440	Moy.: 0,25460
9	12.37	13. 8	0,25454	
16	12.37	13.12	0,25502	
23	12.33	13. 7	0,25447	
Mars. 2	12.45	13.16	0,25408	Moy.: 0,25418
9	11.35	12.3	0,25428	
16	11.40	12.21	0,25410	
23	11.31	11.57	0,25415	
30	12.27	13. 0	0,25429	
Avril. 6	12.27	12.59	0,25451	Moy.: 0,25467
10	12.34	13. 7	0,25478	
20	12.26	12.57	0,25501	
27	12.26	12.54	0,25441	

1. Du mois de mai 1905 au moi d'avril de l'année suivante, la déclinaison a diminué de 12'. Le maximum a lieu en mai, le minimum en avril. Détail qui mérite d'être noté : D'après trois années consécutives d'observations à Tananarive, la déclinaison subit régulièrement un minimum au mois de février.

2. Pendant cette période de 12 mois, l'inclinaison a augmenté de 5'45''. Le maximum s'est produit en avril 1906, le mimimum en septembre 1905.

3. La variation annuelle de la composante horizontale serait plus faible de 0,00039. Elle a atteint son maximum en janvier et son minimum en mars de la même année.

M. **Bertin** fait hommage à l'Académie d'une *Note sur la protection des navires contre les torpilles automobiles.*

M. **A. Haller** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : *Etude sur la constitution des savons du commerce dans ses rapports avec la fabrication*, par François Merklen, ouvrage dont il a écrit la Préface.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un correspondant pour la section d'Astronomie, en remplacement de *M. J. Perrotin*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 34,

M. Charles Trépied obtient. . . . . . . 31 voix.
M. Verschaffel . . . . 3 —

M. **Charles Trépied** est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres qui sera chargée de la vérification des comptes de l'année précédente.

MM. **Emile Picard** et **H. Moissan** réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique communique à l'Académie une lettre de M. le Consul général de France à Naples, relative à l'éruption du Vésuve, accompagnée du texte et de la traduction d'une Communication présentée à l'Académie Royale des Sciences de Naples par MM. *Bassani* et *Galdieri*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'ouvrage suivant :

Note sur le dirigeable mixte « Wellman Chicago Record Herald Polar Expedition » (Présenté par M. Janssen).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les propriétés qui, pour les fonctions d'une variable hypercomplexe, correspondent à la monogénéité.* Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Jordan.

Les propriétés générales des quantités hypercomplexes sont aujourd'hui bien connues. Aussi, pour toutes explications, nous nous bornerons à renvoyer, par exemple, au Mémoire de M. Frobenius, « Theorie der hyperkomplexen Grössen » dans les *Sitzungsberichte* de l'Académie de Berlin, pour avril 1903.

Dans un groupe (ε), aux n symboles ε_α, $\{\alpha, \beta = 1, 2, \ldots, n\}$, prenons: 1° la variable $x = \Sigma\, \varepsilon_\beta\, x_\beta$ où les x_β sont des nombres réels ou complexes, coordonnées de x; 2° la quantité $X + \sum_\alpha \varepsilon_\alpha X_\alpha (x, \ldots, x_n) = f((x))$ *fonction*, par définition, de la variable x. Existe-t-il quelque propriété rappelant la monogénéité ?

Si X, N, x sont des quantités complexes, la monogénéité consiste, comme on sait, en ce que $dX = u dx$. M. Scheffers (*Comptes rendus*, mai 1893) a reconnu que cela ne pouvait subsister que dans les groupes à multiplication commutative. Voyons ce qui se passe si (ε) est un groupe *simple;* par conséquent $n = r^2$. La multiplication n'étant plus commutative, udx est à remplacer par $u.dx.v$. De pareilles expressions $u.dx.v$ ne se réduisent pas ensemble, au moins en général, et le problème se formule ainsi : mettre $dX = \sum_\alpha \varepsilon_\alpha\, dX_\alpha$ sous la forme $\sum_i u_i \,.\, dx \,.\, v_i$, $\{i = 1, 2, \ldots, N\}$, N étant *minimum*.

Il existe une matrice *n-aire* $\mathcal{W}$, où chacun des n^2 éléments est une expression $\sum_{\alpha\beta} c_{\alpha\beta} \dfrac{dX_\alpha}{dx_\beta}$, les constantes $c_{\alpha\beta}$ étant connues sans ambiguïté « dès que (ε) est donné. » N est le rang de $\mathcal{W}$. Vis-à-vis du changement des symboles ε, N se comporte comme un invariant, ainsi que les « Elementarteiler » (Weierstrass) du faisceau de matrices $\rho\,\mathcal{W} + \mathcal{W}$.

Prenons $X = f((x))$, $x = \varphi((y))$ d'où $X = F((y))$. Comment se comporte $\mathcal{W}$ dans ce changement de variable ?

Soient respectivement u, v, w les matrices $\mathcal{W}$ pour les fonctions f, φ, F. Les n^2 éléments de u, v, w sont les coordonnées dans un certain groupe $(\varepsilon\varepsilon)$, d'ordre n^2 et *simple*, de quantités hypercomplexes U, V, W. « On a, dans $(\varepsilon\varepsilon)$, W = UV. »

Cet ensemble de propriétés permet de nommer l'entier N « indice de monogénéité ».

Pour construire toutes fonctions à indice N donné, il faut annuler dans $\mathcal{W}$ tous les déterminants $(N+1)$ — aires et intégrer le système d'équations, obtenu ainsi, aux dérivées partielles du premier ordre. Voici la solution pour $N = 1$, $dX = u \,.\, dx \,.\, v$.

On peut, comme on sait, affecter, dans (ε), les x et les ε d'un double indice $\{\alpha, \beta, \gamma, \delta = 1, 2, \ldots, r; n = r^2\}$, de façon que le groupe (ε) soit isomorphe sans hémiédrie au groupe des matrices r-aires

$$(x) = \begin{pmatrix} x_{11} & \ldots\ldots & x_{1r} \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ x_{r1} & \ldots\ldots & x_{rr} \end{pmatrix}.$$

Il y a quatre types, pour $N = 1$, de fonctions $X = \sum_{\alpha\delta} \varepsilon_{\alpha\delta} X_{\alpha\delta} (x_{11} \ldots, x_{rr})$.

I. — $X = KxL + M$; K, L, M = const. dans (ε).

II. — $X = \sum_{\alpha} \varepsilon_{\alpha 1} X_{\alpha 1} (t_\alpha)$, $t_\alpha = \sum_{\beta} K_{\alpha\beta}\, x_{\beta 1}$, $K_{\alpha\beta} =$ const. ;

$X_{\alpha 1}(t) =$ fonction arbitraire de t.

III. — $X = \sum_{\delta} \varepsilon_{1\delta} X_{1\delta} (x_{11}, x_{12}, \ldots, x_{1r})$, $X_{1\delta} =$ fonct. arbitr.

IV. — $X = \sum_{\alpha\delta} \varepsilon_{\alpha\delta} X^{\alpha\delta} (\omega)$; $X_{\alpha\delta}(t) = \int \eta_\alpha (t) p_\delta (t)\, dt$; $\omega = \varphi (q_1, q_2, \ldots, q_\gamma, \ldots, q_r)$,

$q_\gamma = \sum_{\beta} h_\beta\, x_{\beta\gamma}$, $h_\beta =$ const. ; $\eta_\alpha (t)$, $p_\delta (t)$, ψ = fonctions arbitraires.

N étant quelconque, pour que la matrice $\mathcal{W}$ soit symétrique, il faut et il suffit qu'en posant $Y_l = \sum_m g_{lm} X_m$, $g_{lm} =$ const., l'expression

$$\sum_{l} Y_l\, dx_l \qquad \{ l, m = 1, 2, \ldots, n \}$$

soit une différentielle exacte, les g_{lm} ne dépendant que du groupe (ε).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe particulière de fonctions* Θ. Note de M. **Henry Bourget**, présentée par M. Emile Picard.

1. — Considérons une série absolument convergente Σu_n. La série $\Sigma\left(\frac{n}{D}\right)u_n$, dans laquelle D désigne un nombre entier positif ou négatif et $\left(\frac{n}{D}\right)$ le symbole Legendre-Jacobi (ou $\Sigma\left(\frac{D}{n}\right)u_n$ si D est pair) est absolument convergente en même temps que la première ; $\left(\frac{n}{D}\right)$ étant $+1$, -1 ou o. Si la série Σu_n définit une transcendante, il est loisible de considérer avec elle les autres transcendantes définies par $\Sigma\left(\frac{n}{D}\right)u_n$.

Les recherches de théorie des nombres de Dirichlet et de ses successeurs montrent assez l'importance d'une telle considération.

Je voudrais signaler ici les faits intéressants, nouveaux, je pense, qui se présentent quand on applique cette idée générale aux séries $\mathfrak{S}$ de Jacobi.

2. — Je me bornerai uniquement au cas de $D > 0$ et $\equiv 1$ mod. 4, sans diviseur carré; réservant les résultats analogues correspondant aux diverses hypothèses sur D pour un travail plus étendu. J'aurai donc à considérer les séries suivantes :

$$\mathfrak{S}_3(v) = 2\sum_{1\ n}^{\infty}\left(\frac{n}{D}\right)q^{n^2}\cos 2n\pi v$$

$$\mathfrak{S}_0(v) = 2\sum_{1\ n}^{\infty}(-1)^n\left(\frac{n}{D}\right)q^{n^2}\cos 2n\pi v$$

$$\mathfrak{S}_2(v) = 2\sum_{1\ n}^{\infty}\left(\frac{n}{D}\right)q^{\frac{(2n+1)^2}{4}}\cos(2n+1)\pi v$$

$$\mathfrak{S}_1(v) = 2\sum_{1\ n}^{\infty}(-1)^n\left(\frac{n}{D}\right)q^{\frac{(2n+1)^2}{4}}\sin(2n+1)\pi v$$

avec

$$q = e^{i\pi\tau}.$$

Si l'on groupe les termes de ces séries en comprenant dans un même groupe les termes correspondant aux valeurs de n donnant le même résidu s mod. D, elles deviennent

$$\left\{\begin{aligned}
\mathfrak{T}_3(v) &= \sum_{1\ s}^{D-1} \left(\frac{s}{D}\right) e^{\pi i\left(\frac{v_s^2}{\tau_s} - \frac{v^2}{\tau}\right)} \vartheta_3(v_s, \tau_s), & v_s &= D(v + s\tau) \\
\mathfrak{T}_0(v) &= \sum_{1\ s}^{D-1} (-1)_s \left(\frac{s}{D}\right) e^{\pi i\left(\frac{v_s^2}{\tau_s} - \frac{v^2}{\tau}\right)} \vartheta_0(v_s, \tau_s), & \tau_s &= D^2\tau
\end{aligned}\right.$$

$$\left\{\begin{aligned}
\mathfrak{T}_2(v) &= \sum_{1\ s}^{D-1} \left(\frac{S}{D}\right) e^{\pi i\left(\frac{v_{s'}^2}{\tau_{s'}} - \frac{v^2}{\tau}\right)} \vartheta_2(v_{s'}, \tau_{s'}), & v_{s'} &= D(v + s'\tau) \\
& & \tau_{s'} &= D^2\tau \\
\mathfrak{T}_1(v) &= \sum_{1\ s}^{D-1} (-1)_s \left(\frac{s}{D}\right) e^{\pi i\left(\frac{v_{s'}^2}{\tau_{s'}} - \frac{v^2}{\tau}\right)} \vartheta_1(v_{s'}, \tau_{s'}). & s' &= \frac{2s + 1 - D}{2}
\end{aligned}\right.$$

3. — Ces expressions qu'on peut modifier encore un peu en utilisant les formules de transformation des fonctions ϑ nous montrent immédiatement que les transcendantes entières T_k satisfont aux deux équations fonctionnelles

(A) $\mathfrak{T}_k(v + 1) = \varepsilon \mathfrak{T}_k(v)$ (B) $\mathfrak{T}_k(v + D\tau) = \eta\, k^{-\pi i D(2v + D\tau)} \mathfrak{T}_k(v)$

$$\varepsilon = \begin{cases} +1 \text{ si } k = 3,0 \\ -1 \text{ si } k = 2,1 \end{cases} \qquad \eta = \begin{cases} +1 \text{ si } k = 3,2 \\ -1 \text{ si } k = 0,1 \end{cases}$$

ou en posant

$$D\tau = \omega$$

(A') $\mathfrak{T}_k(v + 1) = \varepsilon \mathfrak{T}_k(v)$ (B') $\mathfrak{T}_k(v + \omega) = \eta\, e^{-\pi i D(2v + D\tau)} \mathfrak{T}_k(v)$

Or ces dernières équations sont précisément les équations de définition des fonctions Θ d'ordre D, de rapport de périodes ω et de caractéristiques

$$(0,0), \quad (0,1), \quad (1,0), \quad (1,1).$$

Les fonctions désignées par $T_k(v)$ sont des fonctions Θ d'ordre D. Il paraît remarquable que l'introduction d'un symbole arithmétique permette en isolant ces fonctions de la totalité des fonctions Θ d'ordre D d'en donner une expression analytique si simple et si différente de leur expression connue à l'aide des ϑ du premier ordre.

4. — On peut démontrer que les fonctions $T_k(v)$ obéissent à des lois simples de transformation. Envisageons, en effet, ces fonctions comme des fonctions Θ de l'ordre D, c'est-à-dire, comme fonctions de v et de $D\tau = \omega$, on a les formules

$$(C)\quad \begin{cases} \mathfrak{T}_3(\rho, \omega + D) = \mathfrak{T}_0(\rho, \omega) \\ \mathfrak{T}_0(\rho, \omega + D) = \mathfrak{T}_3(\rho, \omega) \\ \mathfrak{T}_2(\rho, \omega + D) = \sqrt{i}\,\mathfrak{T}_2(\rho, \omega) \\ \mathfrak{T}_2(\rho, \omega + D) = \sqrt{i}\,\mathfrak{T}_1(\rho, \omega) \end{cases}$$

et

$$(D)\quad \begin{cases} \mathfrak{T}_3\left(\frac{\nu}{\omega}, -\frac{1}{\omega}\right) = \sqrt{\frac{\omega}{i}}\, l^{\frac{\pi i \nu^2 D}{\omega}}\, \mathfrak{T}_3(\rho, \omega) \\ \mathfrak{T}_0\left(\frac{\nu}{\omega}, -\frac{1}{\omega}\right) = \sqrt{\frac{\omega}{i}}\, l^{\frac{\pi i \nu^2 D}{\omega}}\, \mathfrak{T}_2(\rho, \omega) \\ \mathfrak{T}_2\left(\frac{\nu}{\omega}, -\frac{1}{\omega}\right) = \sqrt{\frac{\omega}{i}}\, l^{\frac{\pi i \nu^2 D}{\omega}}\, \mathfrak{T}_0(\rho, \omega) \\ \mathfrak{T}_1\left(\frac{\nu}{\omega}, -\frac{1}{\omega}\right) = \frac{1}{i}\sqrt{\frac{\omega}{i}}\, l^{\frac{\pi \nu^2 D}{\omega}}\, \mathfrak{T}_1(\rho, \omega) \end{cases}$$

Les formules (C) sont immédiates, mais les formules (D) sont plus cachées. J'ai eu recours pour les établir à la théories des *fonctions réciproques* de Cauchy.

On remarquera l'analogie parfaite de ces formules (C) et (D) avec les formules de transformation des fonctions $\mathfrak{S}$. On peut donc dire : *Les fonctions* $T_k(\rho, \omega)$ *se comportent vis-à-vis des substitutions* $(\omega, \omega + D)$, $\left(\omega, -\frac{1}{\omega}\right)$ *comme les fonctions* $\mathfrak{S}$ *vis-à-vis des substitutions* $(\omega, \omega + 1)$, $\left(\omega, -\frac{1}{\omega}\right)$.

5. — Si incomplètes que soient ces recherches, il me semble que ces fonctions $T_k(\rho, \omega)$ doivent jouer un rôle important dans la théorie des sommes de Gauss et dans la théorie des fonctions modulaires.

En ce qui concerne ces dernières et par suite les formules déduites des précédentes en faisant $\rho = o$, je dois dire qu'elles ont été déjà données par Stieltjes [*Verslagen te Amst. Akademie*, 1886] sans démonstration et que les principes sur lesquels il s'est appuyé pour les établir se trouvent dans une lettre à Hermite [Correspondance Hermite-Stieltjes, lettre 86]. C'est l'étude de cette démonstration qui m'a conduit aux formules (D).

PHYSIQUE. — *Résistance des électrolytes pour les courants de haute fréquence*. Note de MM. **André Broca** et **S. Turchini**, présentée par M. H. Becquerel.

La théorie de Lord Kelvin relative à la résistance des conducteurs

cylindriques pour les courants de haute fréquence conduit, dans le cas des métaux, à des résultats qui présentent avec l'expérience des différences systématiques, comme nous l'avons montré il y a un an (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 1228). Nous avons repris ces expériences en nous adressant aux électrolytes, pour lesquels la théorie doit s'appliquer comme pour les métaux, espérant trouver des divergences analogues. La difficulté était seulement de réaliser un conducteur électrolytique assez gros pour que les effets de concentration à la surface pussent s'y produire, malgré la faible conductibilité de ces corps. Nous avons opéré sur un cylindre de 6^{cm} de diamètre et de 10^{cm} de long et nous avons eu des résultats nets en employant l'eau acidulée, à partir d'une concentration suffisante.

Nous avons commencé par vérifier, au moyen de notre électrodynamomètre précédemment décrit, qu'un ampèremètre à fil chaud spécialement construit pour les courants de haute fréquence donnait des indications exactes dans les limites de période entre lesquelles nous avons opéré ; cela a rendu les déterminations ultérieures beaucoup plus faciles. Les perturbations dues à la fréquence deviennent négligeables dans le cas de fils aussi fins que ceux qui sont employés dans ces appareils.

Le principe de la méthode est le même que dans notre étude des fils métalliques. On mesure d'une part l'intensité efficace du courant de haute fréquence, et d'autre part l'échauffement qu'il produit dans le conducteur électrolytique, en le traversant pendant une minute. On recommence l'expérience en mesurant l'échauffement produit dans ce même conducteur par un courant alternatif à 42 périodes passant pendant le même temps et ayant la même intensité efficace. Le rapport des deux échauffements donne le rapport des résistances du conducteur pour le courant de haute fréquence et pour le courant alternatif ordinaire. Nous admettons que, pour la très basse fréquence de celui-ci, la résistance est la même qu'en courant continu, et nous pouvons par son emploi nous mettre à l'abri des phénomènes d'électrolyse.

Pour mesurer l'échauffement dû au passage du courant, le tube qui contient le liquide est muni d'un tube capillaire latéral, dans lequel on mesure l'ascension du liquide échauffé. Le courant est amené dans l'appareil par deux larges électrodes de platine de 6^{cm} de diamètre. Tout l'appareil est soigneusement enveloppé de coton pour le mettre à l'abri des courants d'air. On commence toujours par lire pendant quelques minutes la marche normale de réchauffement ou de refroidissement de l'appareil et on opère quand cette marche est bien constante et ne dépasse pas le vingtième de l'échauffement attendu.

On peut voir que, dans les circonstances où nous sommes, les effets observés sont dus uniquement à l'échauffement, et que les modifications chimiques n'y entrent pour rien. Nous avons en effet des électrodes abso-

lument symétriques et toutes les réactions réversibles par nature sont éliminées par le fait même. S'il s'en passe qui ne le soient pas, elles ne peuvent non plus avoir d'action sensible. M. Rothé a montré en effet que les électrodes prenaient au bout d'un très petit nombre de cycles de potentiel, un état permanent, qui correspond à un cycle de polarisation toujours identique à lui-même. D'ailleurs, quand la dilution devient assez grande, le fait que les deux espèces de courant donnent la même chose semble bien prouver qu'il en est ainsi. De plus, dans le cas du sulfate de cuivre les résultats sont les mêmes avec des électrodes en cuivre et avec des électrodes en platine.

Nous avons ainsi obtenu le résultat suivant, en appelant R_f la résistance en haute fréquence et R_c la résistance à basse fréquence, supposée égale à celle qui existe en courant continu.

Eau acidulée très étendue et sulfate de cuivre $\frac{R_f}{R_c} = 1$.

Eau acidulée à $\frac{1}{10}$		Eau acidulée Au maximum de conductibilité.	
Fréquence	$\frac{R_f}{R_c}$	Fréquence	$\frac{R_f}{R_c}$
3 000 000	0,77	3 000 000	0,79
2 000 000	0,9	1 000 000	0,71
500 000	0,8	900 000	0,71
190 000	0,8	500 000	0,71
		190 000	0,71

En somme, nous arrivons à ce résultat surprenant :

Quand la conductibilité est suffisante pour permettre l'observation d'un changement de résistance d'un électrolyte, l'échauffement de celui-ci est moindre avec le courant de haute fréquence qu'avec le courant de basse fréquence de même intensité efficace, contrairement à ce que la théorie semble faire prévoir.

PHYSIQUE. — *Tubes à rayons X, à régulateur automatique.* Note de M. **G. Berlemont**, présentée par M. d'Arsonval.

Ce nouveau tube est basé sur le réglage automatique, en se servant de l'anticathode comme osmo-régulateur.

Un tube de platine soudé sur l'anode correspond à l'extérieur du tube et est terminé par un robinet surmonté d'une petite ampoule contenant du coton mouillé.

Lorsque le tube devient trop dur au gré de l'opérateur, on ouvre le robinet une ou deux secondes. L'anode qui est au rouge est en contact avec l'air humide qui a passé sur le coton mouillé.

Par dissociation, il se forme de l'hydrogène qui, par osmose, passe au travers de l'anode et permet ainsi de diminuer la dureté du tube. On peut faire baisser par ce moyen un tube de 2 ou 3^{cm} d'étincelle équivalente, à chaque manœuvre de robinet.

Un tube durci à 20^{cm} d'étincelle équivalente, a été ainsi ramené à 2^{cm} par manœuvres successives du robinet.

Un autre avantage est que le petit volume de gaz qui reste dans la canalisation entretient le tube dans un état constant pendant une assez longue durée, ce qui permet ainsi à l'opérateur de pratiquer, soit une radiographie, soit une radiothérapie, avec plus de sûreté.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Variations d'état éprouvées par le carbone amorphe sous l'influence de la température et sous l'action d'oscillations de température.* Note de M. **O. Manville**, présentée par M. H. Moissan.

Si l'on prend un carbone amorphe, qu'on le réduise en poudre et qu'on ait soin de le débarrasser de tous les gaz renfermés dans sa masse, par l'action combinée du vide et de la chaleur, on constate que ce carbone, placé dans un courant d'oxygène, donne naissance, lorsqu'on élève sa température, à de l'anhydride carbonique et à de l'oxyde de carbone, dont les températures de formation dépendent de la *nature du carbone*, de son *état physique et chimique*, de la *vitesse du courant d'oxygène* et du *temps*.

M. Moissan[1] a fait connaître la température de formation de l'anhydride carbonique par combinaison directe du carbone et de l'oxygène, en opérant sur de la braise de boulanger débarrassée des gaz occlus. De ses expériences il résulte qu'à une pression voisine de la pression atmosphérique, le carbone amorphe en présence de l'oxygène donne naissance vers 100° à de l'anhydride carbonique et que, si la proportion d'anhydride formée vient à augmenter, ce gaz est accompagné de traces d'oxyde de carbone.

Nos recherches ont porté sur du *fusain* dont la teneur en carbone était égale à 89 p. 100. Ce fusain, réduit en poudre, avait été tamisé et soumis à un traitement préli-

(1) Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 921. Séance du 1er décembre 1902.

minaire pour le débarrasser de tous gaz occlus. Placé dans un courant d'oxygène dont le débit était d'environ un litre par heure, l'expérience constate que, par combinaison directe du carbone et de l'oxygène, il se forme : 1° de l'anhydride carbonique ; 2° de l'oxyde de carbone dont les températures de formation sont : 85° pour CO^2 et 140° pour CO (1).

Si maintenant, on porte ce carbone dans le vide, de la température 15° à la température 350°, puis qu'on l'y laisse refroidir *lentement*, l'expérience constate que ces points de réaction se déplacent à chaque oscillation de température ; ce déplacement n'est pas indéfini ; le point de réaction tend vers une température limite à partir de laquelle le carbone semble garder un état invariable, du moins tant qu'on le soumet aux mêmes oscillations de température. Ainsi, pour le carbone des expériences précédentes, nous avons constaté qu'après 20 oscillations (15° — 350°) la température de formation de l'anhydride carbonique était 240° et celle de l'oxyde de carbone 300°.

A partir de ce moment, les points de réaction ne subissent plus de déplacement bien sensible ; mais si on vient à porter ce carbone dans le vide à une température de 450°, puis qu'on l'y laisse refroidir lentement, l'expérience constate un abaissement notable des points de réaction, qui deviennent 97° pour CO^2 et 220° pour CO.

Le carbone étant ensuite soumis à une nouvelle série d'oscillations de température identiques aux premières (15° — 350°), ces points de réaction se déplacent à nouveau et, après 20 oscillations, ils sont 245° pour CO^2 et 307° pour CO. De l'ensemble de toutes nos expériences résulte l'énoncé des propositions suivantes :

I. Étant donné un carbone amorphe, pris dans un état physique et chimique bien déterminé, si on le porte dans le vide d'une température initiale T_0 à une température finale T_1, pour le laisser ensuite refroidir *lentement* de la température T_1 à la température T_0, et cela autant de fois qu'on le voudra, puis qu'on le soumette à un courant d'oxygène d'une vitesse telle que les réactions aient le temps de s'accomplir réellement, il se produira, par combinaison directe de l'oxygène et du carbone : 1° de l'anhydride carbonique, 2° de l'oxyde de carbone. A une pression donnée, les températures de formation de ces deux gaz varient d'une expérience à la suivante ; elles semblent atteindre des valeurs limites qui demeurent indépendantes du temps et du nombre des oscillations de température entre T_0 et T_1, auxquelles on soumettra le carbone à partir de ce moment.

II. Cet état limite étant atteint, si l'on porte pendant un temps déterminé ce carbone dans le vide de la température T_0 à une température T_2, supérieure à T_1 ; puis qu'on le laisse refroidir *lentement* dans le vide de cette

(1) Le réactif employé pour déceler l'anhydride carbonique était l'eau de baryte ; l'oxyde de carbone était reconnu par la réaction de M. A. Gautier (acide iodique et chloroforme).

température T_2 à la température T_0 et qu'ensuite on recommence sur lui une nouvelle série d'oscillations de température comprises entre les limites T_0-T_1, on constate :

1° Que par le fait de la perturbation T_0-T_2, les points de réaction de l'anhydride carbonique et de l'oxyde de carbone se sont déplacés ; que les températures qui les caractérisent ont pris des valeurs inférieures aux valeurs limites qu'elles avaient atteintes avant la perturbation T_0-T_2, mais supérieures toutefois aux valeurs initiales qu'elles avaient dans la première expérience.

2° Les choses étant dans cet état, si l'on effectue une nouvelle série d'oscillations entre les limites T_0, T_1, l'expérience indique un nouveau déplacement des points de réaction avec tendance vers de nouveaux points limites, dont les valeurs sont un peu supérieures aux valeurs limites atteintes dans la première série d'expériences.

III. Si, sur ce deuxième état limite, on effectue une nouvelle perturbation T_0-T_2 d'une durée égale à la première, on constate un nouveau déplacement des points de réaction de l'anhydride carbonique et de l'oxyde de carbone. Les températures de réaction prennent des valeurs inférieures à celles qu'elles avaient dans le deuxième état limite, mais supérieures toutefois à celles qu'elles avaient dans l'expérience identique faite sur le premier état limite.

Si, sur ce nouvel état de carbone, on effectue une nouvelle série d'oscillations de température entre les limites T_0-T_1, le phénomène constaté dans les expériences précédentes se reproduit ; les points de réaction de l'anhydride carbonique et de l'oxyde de carbone sont à nouveau déplacés et les températures qui les caractérisent tendent vers de nouvelles limites qui sont un peu supérieures aux températures limites atteintes dans les deux premières séries d'expériences.

IV. Si l'on fait varier les limites des oscillations de température, cette variation entraîne une variation correspondante de la température limite.

Pour deux oscillations d'amplitudes différentes T_0-T_1, T_0-T'_1, où $T'_1 < T_1$, la température limite relative à l'oscillation T_0-T_1 est plus élevée que la température limite relative à l'oscillation T_0-T'_1.

Ces propositions ne s'appliquent qu'aux différences d'état présentées par un carbone amorphe à une même température quand on passe d'une oscillation à une autre, mais elles ne nous donnent aucun renseignement sur les différences d'état que peut présenter ce carbone à une même

température dans l'intervalle d'une même oscillation. Autrement dit, *pour une même température* τ, *comprise entre les limites* T_0, T_1, *d'une même oscillation, le carbone amorphe passe-t-il par le même état lorsqu'on le chauffe lentement de* T_0 *à* T_1, *ou lorsqu'on le laisse refroidir lentement de* T_1 *à* T_0?

L'expérience constate qu'à une même température l'état du carbone n'est pas le même lorsqu'on le chauffe ou lorsqu'il se refroidit. Si de l'anhydride carbonique commence à se former d'une manière sensible à la température de 85° lorsqu'on chauffe le carbone de T_0 à T_1, il se forme en plus grande quantité lorsque, durant le refroidissement de T_1 à T_0, le carbone repasse par la température 85°; il faut atteindre la température 60° pour que la vitesse de formation de l'anhydride carbonique pendant la phase de refroidissement soit égale à la vitesse de formation à 85° pendant la phase d'échauffement.

Si l'on répète les mêmes expériences pour chaque oscillation, on constate toujours une différence d'état du carbone lorsqu'il repasse par une même température à l'aller, puis au retour d'une même oscillation. Si l'on prend comme terme de comparaison une certaine vitesse de formation de l'anhydride carbonique et si l'on désigne par τ_1 τ_2, τ_3,... les températures auxquelles cette vitesse est atteinte durant la phase d'échauffement en la 1re, 2e, 3e oscillation et par t_1, t_2, t_3... les températures auxquelles cette vitesse de formation est atteinte dans la phase de refroidissement, toutes les conditions expérimentales restant les mêmes, on constate :

1° Que les températures τ_1, τ_2, τ_3... tendent vers une certaine limite τ_n.

2° Que les températures t_1, t_2, t_3... tendent aussi vers une certaine limite t_n.

3° Que la limite τ_n correspond à une température qui est toujours plus élevée que celle qui correspond à la limite t_n.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Phosphites acides d'amines cycliques primaires.* Note de M. **P. Lemoult**.

Dans le but d'étudier les particularités signalées antérieurement dans l'action du trichlorure de phosphore sur quelques amines primaires cycliques (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1225), j'ai été amené à préparer et à isoler les produits de l'action ménagée du PCl^3 sur ces amines.

Ceux-ci, qui paraissent très complexes, subissent entre autres une décomposition par fixation des éléments de l'eau, qui engendre les phosphites acides des amines en question; ces composés ne me paraissent pas avoir été décrits jusqu'ici et seraient peut-être assez difficiles à obtenir par

combinaison directe des bases avec l'acide phosphoreux tandis qu'on les obtient de suite et très facilement par le procédé indirect dont l'exposé fait l'objet de cette Note.

Dans une solution éthérée étendue d'aniline par exemple (6 molécules au moins) on verse peu à peu et en refroidissant avec soin une solution éthérée de PCl^3 (1 mol.); il se fait de suite un précipité blanc cristallin de chlorhydrate que l'on sépare par essorage et qu'on lave à l'éther anhydre. Les liqueurs éthérées réunies sont abandonnées à elles-mêmes de manière à être en contact avec l'humidité atmosphérique et elles ne tardent pas à déposer, aux dépens des produits phosphorés solubles qu'elles contenaient au début, des cristaux blancs, parfois très volumineux qu'on sépare facilement du liquide et qu'on peut purifier par cristallisation dans l'alcool à 95°. Cette hydratation se fait avec un dégagement de chaleur sensible, car si son essaie de l'accélérer en versant de l'eau dans la liqueur éthérée, celle-ci entre en ébullition et dépose une bouillie cristalline confuse qu'on purifie par l'alcool.

En employant le chloroforme comme diluant, la réaction est un peu différente; ici encore il se dépose du chlorhydrate d'amine exempt de composés phosphorés et la liqueur filtrée, puis concentrée au bain-marie laisse déposer une substance qui s'hydrate facilement. En présence de l'humidité atmosphérique et à température ordinaire, l'hydratation est lente et comporte diverses étapes, mais vers 100°, celle-ci est rapide; elle donne de l'aniline et un corps solide, cristallisant très bien dans l'alcool après lavage à l'éther; il est identique à celui qui a été obtenu avec l'éther comme diluant.

Les corps ainsi obtenus sont des phosphites acides dont la composition est représentée par PO^3H^3, $RAzH^2$ et dont la nature a été établie par les réactions suivantes. La liqueur aqueuse obtenue en mettant ces corps en solution alcaline et en entraînant l'amine par la vapeur d'eau présente les réactions des phosphites (pas d'action sur So^4Cu, transformation des sels mercuriques en sels mercureux, réduction en Ag métallique de l'azotate d'argent) : ces mêmes liqueurs, oxydées par un courant de chlore ou par du brome, donnent des ortho-phosphates dont l'évaluation donne la teneur en phosphore des composés étudiés; l'amine obtenue peut être d'autre part dosée soit par diazotation et copulation avee le β-naphtol soit, s'il s'agit de l'aniline, par l'eau de brome.

Ces phosphites fondent très régulièrement en donnant des liquides clairs incolores se solidifiant par refroidissement; mais si on chauffe au delà de la fusion, il y a décomposition : il se dégage l'amine $RAzH^2$ accompagnée

d'un gaz que l'on identifie facilement avec le PH^3 (*Comptes rendus* t. CXXXIX, 1904, p. 478) et il reste dans le ballon une masse sirupeuse cristallisant à froid et d'où on peut extraire un peu d'amine, du phosphite intact et de l'acide o. phosphorique; il y a donc eu formation d'amine et d'acide phosphoreux libres, ce dernier subissant par la chaleur la décomposition bien connue.

Ces phosphites, insolubles dans l'éther, le chloroforme, le benzène, sont solubles sans décomposition dans l'alcool d'où ils cristallisent très bien à froid et sont également solubles, mais avec décomposition, dans l'eau; l'évaporation du liquide ne reproduit pas les cristaux initiaux; mais l'addition de beaucoup d'alcool à la solution aqueuse dépose des cristaux de phosphites de même composition que le corps initial, mais de forme cristalline différente.

a) Phosphite acide d'aniline $PO^3H^3, C^6H^5AzH^2 = 175$. Très belles aiguilles généralement colorées d'une manière très légère en vert ou en rose, ou gros cristaux brillants fondant à 179°. L'analyse de ce corps a donné :

P. 100 par $P^2O^7Mg^2$	C (Analyse élémentaire).	H	Az	ANILINE (par Br).	
17,85 et 17,72	41,22 et 41,32	5,82 et 5,87	8,20 et 8,15	53,70	Trouvé.
17,71	41,14	5,71	8,00	53,14	Calculé.

Mis en solution aqueuse et précipité par l'alcool, ce phosphite se présente en petites paillettes fondant également à 179°, et la même solution aqueuse évaporée en présence d'aniline donne encore des paillettes, mais de composition différente, puisqu'elles contiennent 9,96 p. 100 d'azote (Théorie pour le phosphite neutre PO^3H^3, 2 $C^6H^5AzH^2$: 10,44 p. 100 d'Az).

b) Phosphite acide d'o. toluidine. $PO^3H^3, C^6H^4\langle{}^{CH^3_2}_{AzH^2_1} = 189$.

Très belles aiguilles incolores fondant à 174°, se décomposant vers 200° et tout à fait analogues au composé précédent.

c) Phosphite acide d'as. m. xylidine : $PO^3H^3, C^6H^3\langle{}^{(CH^3)^2_{2.4}}_{AzH^2_1} = 203$.

Fines aiguilles incolores fondant un peu plus bas que les précédentes, à 172° et présentant les même caractères.

En résumé, l'action ménagée du PCl^3 sur les amines cycliques primaires en présence d'éther ou de chloroforme donne des produits phosphorés solubles dans ces dissolvants et dont l'hydrolyse fournit très commodément les phosphites acides PO^3H^3, $RAzH^2$ des amines employées.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le poids atomique absolu du terbium.* Note de M. G.-D. HINRICHS.

La détermination du poids atomique du terbium par M. G. Urbain, présentée par feu P. Curie (*Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 957) m'a vivement intéressé. L'élément est très rare, l'expérience de M. Urbain sur le fractionnement est connue et les pesées, étant données sans décimales imaginaires, inspirent confiance. La valeur 159,22 donnée par M. Urbain dépend des valeurs H = 1,007 et S = 32,06 employées dans ses réductions.

Depuis 1892 j'ai tâché de démontrer, dans les *Comptes rendus* et dans des ouvrages spéciaux, l'erreur des réductions ordinaires (voir *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1590). Appliquons notre méthode aux pesées de M. Urbain pour déterminer le poids atomique absolu du terbium.

M. Urbain a pesé le sulfate cristallisé $(SO^4)^3Tb^2, 8(H^2O) = 750$ et le même après dessiccation complète $(SO^4)^3 Tb^2 = 606$. Posant pour O = 16, H = 1, S = 32, Tb = 159 exactement.

Alors le *rapport atomique* de l'opération chimique sera

$$\text{Sulfate}\ \frac{\text{anhydre}}{\text{hydraté}} = \frac{606}{750} = 0,80800.$$

Les *rapports analytiques* se tirent des pesées de M. Urbain. Nous les calculons avec 5 décimales. L'*excès analytique* est l'excès de ces rapports analytiques sur le rapport atomique, exprimés en unités de la cinquième décimale. Voici les résultats :

Travail de laboratoire (M. G. Urbain).			Réduction mathématique (M. G.-D. Hinrichs).	
	Sulfate pesé			
Fraction	hydraté	anhydre	Rapport analytique	Excès analytique
1	2,0407	1,6489	0,80802	+ 2
2	1,9626	1,5859	806	+ 6
3	2,2580	1,8245	802	+ 2
4	2,2385	1,8087	800	0
5	2,0037	1,6190	800	0

On voit que les deux fractions les plus pures de M. Urbain s'accordent jusqu'à la cinquième décimale avec notre rapport atomique. Donc le vrai poids atomique du terbium est bien 159 exactement, si les pesées de M. Urbain sont acceptées comme il les a publiées.

De plus, la moyenne des trois premières fractions est 10/3 par excès. Mais on trouve aisément que l'unité de la cinquième décimale du rapport

analytique correspond à 0,02 dans le poids atomique. Donc, la moyenne des trois premiers rapports correspondrait à une augmentation de poids atomique de 0,066, c'est-à-dire à 159,07.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des ferrotungstènes purs.* Note de M. **Em. Vigouroux**, présentée par M. H. Moissan.

Dès 1903, nous avons exposé nos premiers résultats sur les ferromolybdènes purs (1) et tout récemment nous venons d'en continuer la publication (2); nous ferons connaître aujourd'hui quelques points touchant les ferrotungstènes purs, corps ayant été l'objet d'une première étude publiée en 1903 (3).

Dès 1834, Berthier (4) forma des alliages de fer et de tungstème; en 1863, Leguen (5) observa que les fontes fondues avec du wolfram se rapprochent de l'acier; en 1868, Caron (6) confirma l'augmentation de pureté des aciers wolframés; en 1883, Grüner (7) remarqua que de tels aciers s'oxydent moins que les aciers ordinaires; en 1887, Osmond (8) observa que le tungstème retarde le changement moléculaire du fer et la recalescence; en 1896, Moissan (9) prépara un alliage Al Tu qui céda facilement du tungstème à l'acier fondu. De nombreux auteurs tels que Philip (10), Bernoulli (11), Oxland (12), Guittot et Chavannes (13), Heppe (14) vinrent confirmer ou augmenter ces connaissances. On a publié, en outre, de nombreuses formules de composés définis : Poleck et Grützner (15), en 1893, d'un échantillon des usines de Bierman, retirèrent des cristaux durs $Fe\,Tu^2$. S.-J. de Beuneville (16), l'année suivante, y reconnut un corps de composition voisine de Fe^3Tu^2. En 1897, Norton (17) analysa un alliage très dur; ses chiffres correspondraient à peu près à $Fe\,Tu^4$. Cette même année, A. Carnot et Goutal (18) isolèrent

(1) *Société des Sciences physiques de Bordeaux*, 5 février 1903.
(2) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 889 et p. 928.
(3) *Société des Sciences physiques de Bordeaux*, 3 décembre 1903.
(4) Berthier, *Annales de chimie et physique*, XLIV et *Annales des Mines*, 134.
(5) Leguen, *Comptes rendus*, t. LVI, p. 593, 1863.
(6) Caron, *Annales de chimie*, série 3, t. LXVIII, p. 143, 1868.
(7) Grüner, *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 195, 1883.
(8) Osmond, *Comptes rendus*, t. CIV, p. 985, 1887.
(9) Moissan, *Comptes rendus*, t. 122, p. 1302, 1896.
(10) Philips, *Hofman's Ind.*, p. 748.
(11) Bernoulli, *An. Ph. Chem. Pog.*, t. 111, p. 573, 1860.
(12) Oxland, *J. Ec. Polytech*, 1858.
(13) Guittot et Chavanne, *D. R. P.*, 1881.
(14) Heppe, *Chem. Cent. Bl.*, 156, 1887.
(15) Poleck et Grützner, *Deut. chem. Gesellschaft*, t. XXVI, p. 36, 1893.
(16) S. J. de Beuneville, *Journ. of Chem. Soc.*, t. XVI, p. 297, 1894.
(17) Norton, *Journal of am. Soc.*, t. XIX, p. 110, 1897.
(18) A. Carnot et Goutal, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 213, 1897.

d'un ferrotungstène à 6 p. 100, le corps Fe^3Tu et, d'après eux, Behrens trouva dans des ferrotungstènes à 50 p. 100 des octaèdres de formule approchée Fe^2Tu.

Nos ferrotungstènes sont engendrés, dans des creusets en magnésie, par voie aluminothermique avec de l'oxyde de fer préparé par le procédé indiqué à propos des ferromolybdènes et de l'oxyde de tungstène retiré du tungstate d'ammoniaque très pur; par calcination, puis réduction dans l'hydrogène, au-dessous de 400°, nous produisons l'oxyde inférieur, voisin de TuO^2.

Premier essai : oxyde de fer noir : 400gr ; — oxyde inférieur de tungstène : 50gr ; aluminium : 90gr. — *Deuxième essai :* oxyde de fer noir : 400gr ; oxyde inférieur de tungstène : 150gr; aluminium : 105gr. — *Troisième essai :* oxyde de fer noir : 600gr ; oxyde inférieur de tungstène : 300gr ; aluminium : 190gr.

Nous formons ainsi trois culots, exempts d'aluminium, accusant à l'analyse des teneurs en tungstène de 2,30 p. 100 pour le premier essai, 6,21 pour le second et 46,25 pour le troisième. Ces trois lingots parfaitement homogènes sont mous (le premier s'écrase facilement sous le marteau), peu cassants, grenus ou lamellaires, paraissant d'autant moins cassants et d'autant moins lamellaires que la proportion de fer s'y trouve en quantité plus grande. Le barreau aimanté les influence, mais son action paraît diminuer à mesure que le tungstène augmente. L'acide chlorhydrique, même étendu, les attaque vivement, surtout à une douce chaleur; du fer seul entre en solution ; il ne passe à la longue que de très faibles quantités de tungstène qui finissent par colorer la liqueur en bleu. L'eau régale les détruit péniblement en dissolvant le fer et déposant de l'acide tungstique qui entrave de plus en plus son action. Nous soumettons ces trois culots à l'action de l'acide chlorhydriqne de façon à éliminer le fer libre. Le n° 1 n'a abandonné que des boues noirâtres, contenant du fer et du tungstène, mais comme elles étaient altérées, nous n'en avons pas poursuivi l'étude. Le n° 2 a laissé un abondant résidu cristallin, dans lequel la teneur en tungstène était montée de 6,21 à 67 p. 100. Du culot n° 3, l'acide chlorhydrique a détaché des fragments métalliques, lamellaires, cristallins dans lesquels la teneur en tungstène était passée de 46,25 à 68,41 p. 100. Ces différents résidus, épuisés par l'acide chlorhydrique, puis soumis à l'analyse, répondaient à la formule Fe^3Tu^2.

Ce corps, à aspect métallique, se présente souvent sous forme de lames brillantes ; densité à 0 : 13, 89 (dens. th. : 13,18) ; n'est pas sensiblement magnétique. Le chlore

l'attaque très vivement dès 350° sans laisser de résidu; l'oxygène sec ne l'oxyde qu'à partir du rouge très vif; l'acide chlorhydrique gazeux, même au rouge vif, n'agit que faiblement. Les acides chlorhydrique et azotique en solution n'ont pas d'action sensible; celle de l'eau régale est faible, de même celle de l'acide sulfurique qui ne s'exerce qu'avec ce liquide concentré et bouillant. Le bisulfate de potasse au rouge sombre l'attaque rapidement; c'est son meilleur dissolvant. Le chlorate de potassium, même en décomposition, agit peu; l'azotate ne l'attaque qu'à partir du rouge, il y a alors incandescence; les carbonate alcalins le désagrègent au rouge vif.

Conclusion. — 1° Par voie aluminothermique, nous préparons des fers wolframés dans lesquels la teneur en tungstène atteint 46,25 p. 100; — 2° ces ferrotungstènes purs, épuisés par l'acide chlorhydrique étendu qui s'empare de la totalité de leur fer libre uniquement, abandonnent un corps dans lequel la teneur en tungstène monte et se maintient à un chiffre constant voisin de 68,70 p. 100, chiffre correspondant à Fe^3Tu^2.

CHIMIE MINÉRALE. — *Combinaisons de l'iodure mercurique et de la monométhylamine libre.* Note de M. **Maurice François**, présentée par M. H. Moissan.

Après avoir décrit dans une précédente communication les iodomercurates de monométhylamine, je me propose d'étudier les combinaisons formées entre cette base libre et l'iodure mercurique.

Si l'on dirige à la température ordinaire un courant lent de monométhylamine gazeuse sur de l'iodure mercurique placé au fond d'une fiole, c'est-à-dire dans des conditions où la méthylamine reste longtemps diluée par l'air de la fiole, on observe que l'iodure mercurique se transforme en une matière blanche pulvérulente. Si l'on dirige sur l'iodure mercurique un courant rapide de méthylamine gazeuse, c'est-à-dire si l'on élimine rapidement l'air, on voit l'iodure mercurique devenir luisant par places, s'échauffer, puis se transformer rapidement en un liquide trouble très dense.

Au premier abord, il est difficile d'interpréter ces résultats. Ils s'expliquent par ce fait que la méthylamine forme en se combinant à l'iodure mercurique trois composés différents : deux solides à faible tension de dissociation et un liquide plus riche en méthylamine et possédant une tension de dissociation considérable à la température ordinaire, en sorte qu'il n'est stable qu'en présence de méthylamine gazeuse presque pure.

Pour préparer ces composés, j'ai suivi la marche suivante qui les donne successivement.

On remplit d'iodure mercurique pur et sec un tube à analyse organique sur presque toute sa longueur, maintient à chaque bout l'iodure mercurique par un tampon de coton de verre et étire en baïonnette les deux extrémités du tube. Ce tube étant placé horizontalement sur un support quelconque, une grille à analyse par exemple, les deux baïonnettes tournées vers le haut, et étant maintenu à la température ordinaire, on le met en communication d'un côté avec un tube contenant de la méthylamine liquéfiée pure, sèche, et parfaitement exempte d'ammoniaque et de l'autre côté avec un très petit flacon de Woulf garni d'une faible couche de mercure qui fonctionne comme appareil de sûreté et renseigne sur la quantité de méthylamine non absorbée.

En laissant la méthylamine se réchauffer, on obtient un courant de méthylamine gazeuse qui déplace l'air du tube et ne tarde pas à se combiner à l'iodure mercurique en formant avec grand dégagement de chaleur un liquide trouble. On continue le passage de la méthylamine aussi longtemps qu'elle est absorbée, on transvase alors le liquide trouble dans un grand tube à essai portant un peu au-dessous de son extrémité ouverte une tubulure latérale. Cette tubulure et le tube étant parfaitement bouchés, le tout est abandonné au repos pendant 48 heures environ; le liquide devient parfaitement limpide et peut être décanté par la tubulure latérale.

Saturé de nouveau de méthylamine gazeuze à la température ordinaire, ce liquide constitue le composé $HgI^2 (CH^5Az)^5$. — Ce composé liquide, abandonné à lui-même dans un tube insuffisamment bouché laisse déposer du jour au lendemain de gros cristaux incolores qui constituent, après séparation de la partie restée liquide, le composé $HgI^2.(CH^5Az)^2$. Enfin, ce dernier corps, dans certaines conditions, perd une nouvelle quantité de méthylamine en donnant le troisième composé $HgI^2.CH^5Az$.

1° $HgI^2.(CH^5Az)^2$. — L'action de la méthylamine gazeuse sur l'iodure mercurique produit, ai-je dit, un liquide trouble tenant en suspension un précipité blanc sale que je n'ai pas encore étudié suffisamment, mais qui vraisemblablement est un corps du même type que l'iodure de dimercurammonium. Or, on sait que la formation des composés de ce type est accompagnée de la production de l'iodhydrate d'amine correspondant, lequel doit rester en dissolution en altérant la pureté du composé liquide obtenu.

Aussi, pour éviter cette cause d'impureté, ai-je préparé ce corps liquide en prenant des cristaux très purs du composé $HgI^2.(CH^5Az)^2$, les plaçant dans un très petit barboteur tout en verre et dirigeant sur eux à la température ordinaire un courant de méthylamine pure jusqu'à refus. Au premier contact avec le gaz, les cristaux se liquéfient en fournissant un liquide parfaitement limpide et l'absorption de méthylamine s'arrête quand une molécule de $HgI^2.(CH^5Az)^2$ a fixé trois molécules de méthyalmine, comme je l'ai constaté par des pesées successives. En effet, 1^{gr} de $HgI^2.(CH^5Az)^2$ a fixé $0^{gr},199$ de méthylamine.

C'est un liquide incolore, se solidifiant en cristaux à la température de — 46°, se conservant indéfiniment en tubes scellés, perdant de la méthylamine à l'air en donnant le composé solide $HgI^2 . (CH^5Az)^2$. Cette décomposition est limitée en vase clos ; elle obéit aux lois de la dissociation. La tension de dissociation à 0° est égale à 280^{mm} de mercure ; elle atteint la pression atmosphérique vers 25°. Je n'ai pu déterminer ses valeurs aux différentes températures, parce que l'équilibre entre le liquide, les cristaux déposés du corps soluble $HgI^2 . (CH^5Az)^2$ et la méthylamine gazeuse ne s'établit que très lentement et que je ne disposais pas de températures suffisamment constantes.

2° $HgI^2 . (CH^5Az)^2$. — Pour le préparer, on introduit le composé liquide limpide $HgI^2 . (CH^5Az)^5$ dans un flacon à émeri ; on recouvre du bouchon en interposant entre ce bouchon et le goulot une fine bande de papier. Lorsque les cristaux qui se forment par perte lente de méthylamine sont devenus volumineux et avant qu'ils aient envahi tout le liquide, on décante ce liquide et sèche les cristaux en renversant le flacon. En opérant ainsi, on a des cristaux isolés et les impuretés restent dans l'excès de liquide.

Il constitue des prismes incolores atteignant 10^{cm} de longueur, d'odeur ammoniacale. Bien qu'il perde de la méthylamine à l'air, sa tension de dissociation est assez faible pour qu'on puisse la manipuler à l'air libre sans l'altérer. Il se conserve parfaitement en flacons bouchés.

Il se produit encore lorsqu'on verse une solution d'iodure de potassium saturée d'iodure mercurique dans une solution de méthylamine employée en excès.

3° $HgI^2 . CH^5Az$. —Lorsqu'un poids déterminé du composé $HgI^2 . (CH^3Az)^2$ pulvérisé est placé dans une nacelle de porcelaine disposée dans un tube de verre et soumis, à la température ordinaire, à l'action d'un courant d'air, on observe une perte de méthylamine qui, d'abord rapide, devient lente, puis nulle. Dans une expérience 2^{gr},107 ont perdu 0^{gr},126 de méthylamine en 20 heures; la perte a été nulle pendant les 12 heures suivantes. Or, 2.107 contenaient 0^{gr},253 de méthylamine dont la moitié est 0^{gr},1265.

Il existe donc un composé de formule $HgI^2 . CH^5Az$.

J'ai encore obtenu ce composé en enfermant hermétiquement dans un flacon à large ouverture dont le fond est garni d'une couche épaisse d'iodure mercurique, une petite capsule contenant 2^{gr},494 du composé $HgI^2 . (CH^5Az)^2$ pulv. Après 5 jours, le poids de la capsule est devenu constant et n'a plus varié pendant les 20 jours suivants. La perte en méthylamine a

été de $0^{gr},153$; les $2^{gr},494$ en contenaient $0^{gr},299$, donc la moitié est $0^{gr},1495$.

Voici comment s'applique cette action de l'iodure mercurique :

Si $HgI^2.CH^5Az$ est le composé d'iodure mercurique et de méthylamine possible le moins riche en méthylamine et si l'on appelle h sa tension de dissociation, il est évident que l'iodure mercurique ne devra absorber la méthylamine qu'autant que la tension est supérieure à la tension de dissociation h. Il doit donc ramener le composé $HgI^2(CH^5Az)^2$ au composé immédiatement inférieur, sans permettre une décomposition plus avancée. — Ceci est vrai théoriquement en l'absence de l'air et s'est réalisé pratiquement malgré la présence de l'air.

Le composé $HgI^2.CH^5Az$ est blanc jaunâtre. Il ne donne de l'iodure mercurique rouge que difficilement par une très longue exposition à l'air. Il se produit encore quand on verse une solution de méthylamine libre dans un excès de solution d'iodure de potassium saturé d'iodure mercurique. Il est alors cristallisé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés hydro-anthracéniques.* Note de M. **Marcel Godchot**, présentée par M. Haller.

J'ai montré [1] que l'oxydation ménagée de l'octohydrure d'anthracène, $C^{14}H^{18}$, fournit deux composés hydro-anthracéniques : une acétone, l'hexahydro-anthrone, $C^{14}H^{16}O$ et un alcool, le dihydro-oxanthranol, $C^{14}H^{12}O^2$. J'ai décrit de nombreux dérivés de ces composés ; la présente Note a pour but de faire connaître ceux qu'ils fournissent par hydrogénation.

Octohydro-anthranol. $C^6H^{10}\left\langle\begin{matrix}CHOH\\CH^2\end{matrix}\right\rangle C^6H^4$ ou $C^6H^8\left\langle\begin{matrix}CHOH\\CH^2\end{matrix}\right\rangle C^6H^6$. — Cet alcool s'obtient par hydrogénation de l'hexahydro-anthrone au moyen de l'alcool absolu et du sodium. On dissout une partie d'hexahydro-anthrone dans 10 parties d'alcool absolu ; à la solution maintenue au bain-marie, on ajoute une partie de sodium ; la réduction terminée, on reprend par l'éther ordinaire l'huile qui surnage. La solution éthérée, lavée à l'eau, puis séchée sur du sulfate de soude sec, est évaporée ; la masse huileuse, résultant de l'évaporation, ne tarde pas à cristalliser. Par des cristallisations répétées dans l'alcool faible, l'octohydro-anthranol s'obtient dans un grand état de pureté. Les rendements sont très voisins de ceux indiqués par la théorie.

L'octohydro-anthranol est constitué par de petites aiguilles, groupées en rosette, légèrement jaunâtres, fondant vers 81°-82°. Il est très soluble dans les dissolvants usuels.

(1) M. Godchot, *Comptes rendus* 1905; p. 250-252.

Distillé même dans le vide, il perd une molécule d'eau, en donnant un carbure qui se trouve être un hexahydrure d'anthracène. La même transformation s'effectue dans d'autres circonstances : une solution alcoolique d'octohydro-anthranol, maintenue à l'ébullition en présence de quelques gouttes d'HCl concentré, laisse déposer le même hexahydrure par refroidissement ; il en est de même, si on chauffe l'octohydro-anthranol au contact soit d'anhydride acétique ou benzoïque, soit de chlorure acétique ou benzoïque.

Uréthane phénylique de l'octohydro-anthranol. $CO\langle{}^{NH.C^6H^5}_{OC^{14}H^{17}}$. — Ce corps se précipite lorsqu'à une solution d'octohydro-anthranol dans l'éther de pétrole, on ajoute de l'isocyanate de phényle dissous dans le même dissolvant. Par cristallisations répétées dans l'acétone, on obtient l'uréthane tout à fait pure. Il se présente alors sous la forme de belles aiguilles incolores, fusibles à 151°-152°.

Hexahydrure d'anthracène β, $C^{14}H^{16}$. Ce carbure s'obtient, au moyen de l'octohydro-anthranol, en utilisant une des réactions de déshydratation citées plus haut. Il cristallise en petites tables, incolores, fondant vers 66°,5. Il distille sans décomposition vers 303°-306°, sous la pression ordinaire. L'eau ne le dissout pas ; ses meilleurs dissolvants à chaud sont l'alcool, l'acide acétique, la benzine ; les solutions présentent une très belle fluorescence bleue. Il est l'isomère d'un hexahydrure d'anthracène, obtenu par Græbe et Liebermann [1], en hydrogénant l'anthracène ou le dihydrure d'anthracène, au moyen de l'acide iodhydrique et du phosphore, en tube scellé et à 250°. Ces deux hexahydrures présentent des propriétés très différentes.

L'hexahydrure de Græbe et Liebermann possède une des deux formules suivantes : $C^6H^8\langle{}^{CH^2}_{CH^2}\rangle C^6H^4$ ou $C^6H^6\langle{}^{CH^2}_{CH^2}\rangle C^6H^6$; on peut l'appeler hexahydrure d'anthracène γ, car la double liaison en γ se trouve saturée par deux atomes d'hydrogène. L'hexahydrure d'anthracène γ perd aisément 6 atomes d'hydrogène dans diverses réactions, où il donne des dérivés anthracéniques ; par exemple, l'oxydation chromique le transforme en anthraquinone ; de même, sous l'action de Cl ou de Br, il perd HCl ou HBr et donne le dichloro ou dibromo-anthracène γ. Il se conduit ainsi comme l'anthracène ou le dihydrure d'anthracène.

L'hexahydrure d'anthracène, obtenu par déshydratation de l'octohydro-anthranol, possède une des deux formules : $C^6H^{10}\langle{}^{CH}_{CH}\rangle C^6H^4$ (CH = CH, liaison double) ou

(1) Græbe et Liebermann, *Liebig's Ann.*, t. VII, Suppl., p. 257.

$C^6H^8\left<\begin{matrix}CH\\ \| \\ CH\end{matrix}\right>C^6H^4$; pour le distinguer de son isomère, on peut le désigner sous le nom d'hexahydrure β. Il donne, dans diverses réactions, des dérivés hydro-anthracéniques. Oxydé par CrO^3, il forme le dihydro-oxanthranol, $C^{14}H^{12}O^2$, composé que j'ai obtenu antérieurement par oxydation de $C^{14}H^{18}$. En solution acétique on chloroformique, il fixe 2 atomes de Br ou de Cl, sans départ d'HBr ou d'HCl, en donnant des composés bromés ou chlorés, tels que $C^6H^{10}\left<\begin{matrix}CHBr\\ CHBr\end{matrix}\right>C^6H^4$ ou $C^6H^8\left<\begin{matrix}CHBr\\ CHBr\end{matrix}\right>C^6H^6$. Ces dérivés halogénés se trouvent être identiques aux octohydrures d'anthracène dibromé ou dichloré, que j'ai préparés précédemment au moyen de $C^{14}H^{18}$. Ce nouveau mode de formation permet ainsi d'être fixé sur la position des atomes de brome ou de chlore dans le noyau.

Tétrahydrure d'anthracène γ, $C^6H^6\left<\begin{matrix}CH^2\\ CH^2\end{matrix}\right>C^6H^4$. — Il s'obtient par hydrogénation du dihydro-β-oxanthranol, $C^6H^6\left<\begin{matrix}C(OH)\\ \| \\ C(OH)\end{matrix}\right>C^6H^4$, au moyen de HI. Il suffit de maintenir à l'ébullition pendant une heure 1 partie d'oxanthranol avec 4 parties d'HI ($d = 1,7$). Le tétrahydrure d'anthracène γ se présente sous la forme de petites tables, incolores, fusibles à 101°. Il est très soluble dans tous les dissolvants usuels ; ses solutions ne sont pas fluorescentes. L'oxydation chromique le transforme en dihydro-β-oxanthranol dont il dérive. Le chlore et le brome réagissent facilement sur ce tétrahydrure, dès la température ordinaire, en donnant des produits de substitution ; avec Br, par exemple, on obtient un dérivé dibromé.

Tétrahydrure d'anthracène γ dibromé, $C^6H^6\left<\begin{matrix}CHBr\\ CHBr\end{matrix}\right>C^6H^4$. — Ce composé cristallise en grandes aiguilles légèrement jaunâtres, fondant vers 169°. Très stable, il ne cède pas de brome à la potasse aqueuse ou alcoolique à 250°. Oxydé par CrO^3, il donne le dihydro-β-oxanthranol.

CHIMIE. — *De la rapidité d'absorption des odeurs par le lait.* Par MM. **F. Bordas** et **Toutplain** présentée par M. d'Arsonval.

On sait que le lait possède souvent une odeur et un goût plus ou moins désagréable suivant l'alimentation qui a été donnée aux animaux.

On a observé aussi que du lait provenant d'animaux bien nourris et bien soignés prend facilement les odeurs d'étables lorsque ces locaux ne sont

pas bien tenus. Il en est de même pour le lait exposé dans les laiteries, fromageries, etc... Ce liquide acquiert rapidement les odeurs étrangères.

Certaines de ces odeurs ont une tendance à se fixer sur la matière grasse du lait, d'autres sur les matières alluminoïdes, d'autres enfin se dissolvent simplement dans le sérum.

Nous avons voulu déterminer la rapidité avec laquelle l'absorption d'un corps odorant peut se faire par le lait, mais une première difficulté résidait dans le choix du corps odorant à employer.

Nous avons dû laisser de côté les essences ou autres produits volatils parce que nous ne possédons guère de réactifs permettant de les reconnaître surtout à l'état de traces.

Nous avons également éliminé certains gaz, l'ammoniac par exemple, qui pourrait être absorbé par le lait à l'étable, ce qui rendait incertain le résultat d'une expérience portant sur de très faibles doses de substance.

En définitive nous nous sommes arrêtés à l'aldéhyde formique; ce produit en effet ne peut se trouver normalement dans le lait. Si on l'y rencontre c'est qu'il y a été ajouté frauduleusement dans un but de conservation. En outre nous possédons un certain nombre de réactifs permettant de le déceler même à l'état de traces.

Sans entrer dans le détail de la technique employée, technique très simple d'ailleurs, nous constaterons seulement qu'au bout d'une minute d'exposition dans des enceintes contenant de l'aldéhyde formique, le lait en absorbait déjà des quantités notables.

Dans une atmosphère contenant $\frac{1}{100\,000}$ d'aldéhyde formique et après quelques minutes d'exposition le lait donnait déjà nettement la réaction de l'aldéhyde formique.

Les échantillons servant à ces expériences ont toujours été comparés à des échantillons témoins placés à l'abri de toute contamination. Cette précaution est indispensable non seulement à cause de la facilité d'absorption de l'aldéhyde formique, mais aussi parce que nous avons constaté que des vases ayant contenu de l'aldéhyde formique en solution étendue, puis rincés plusieurs fois et remplis de lait, celui-ci nous a encore donné très nettement la réaction de l'aldéhyde formique.

L'absorption de l'aldéhyde formique semble se faire d'autant plus rapidement que le lait servant à l'expérience est plus fraîchement recueilli. Cette absorption est si rapide que l'on pourrait songer à utiliser le lait pour déceler dans l'air des traces d'aldéhyde formique.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une réaction qualitative du phosphore.* Note de M. **Mauricheau-Beaupré** présentée par M. H. Moissan.

La corrosion très nette du verre en fusion par les vapeurs d'acide phosphorique m'a conduit à rechercher s'il n'y avait pas dans ce phénomène une réaction caractéristique permettant de déterminer facilement la présence du phosphore dans les gaz, les métaux capables de le dégager à l'état gazeux et les composés organiques. Dans les conditions suivantes, sauf dans les cas où des vapeurs d'acide fluorhydrique peu diluées pourraient se produire, seuls les composés du phosphore amenés dans une flamme à l'état de vapeurs ont la propriété de dépolir le verre.

Mode opératoire. — Pour ces essais, il convient d'employer une flamme courte et chaude, permettant d'atteindre d'une façon aussi locale que possible la fusion du verre. La flamme de l'acétylène brûlant dans un bec Bunsen, celle de l'hydrogène s'emploient avec avantage. Comme ces deux gaz renferment toujours de l'hydrogène phosphoré, il est nécessaire de les purifier, ce qui s'obtient facilement par leur passage dans une éprouvette à pied contenant une colonne de terre d'infusoires imprégnée d'une solution concentrée et sulfurique d'acide chromique.

Un morceau de tube de verre de 5 à 10^{mm} de diamètre enfilé sur un fil de platine est placé au sommet de la flamme, dans la zone supérieure d'oxydation. Il est à remarquer que cette condition est nécessaire et, par exemple, dans une flamme contenant de l'hydrogène phosphoré, on constate facilement que l'attaque du verre n'a lieu qu'au sommet et sur les bords.

En même temps qu'il est dépoli, le verre augmente de poids. Tout au contraire, quand la réaction n'a pas lieu la balance indique toujours une diminution de poids. Des tubes de verre d'à peu près même poids et de même diamètre, séchés à 200° et pesés ont accusé les différences suivantes, selon que la flamme contenait ou non de l'hydrogène phosphoré. Le bec employé était un bec Bunsen brûlant environ 50 litres à l'heure d'acétylène. Ce gaz renfermait 55$^{cm^3}$ d'hydrogène phosphoré par 100 litres.

Flamme pure. Perte des tubes chauffés 10 minutes au rouge	0^{gr},0017 (poids du verre, 6^{gr},94) 0^{gr},001 (poids du verre, 11^{gr},15) 0^{gr},0015 (poids du verre, 11^{gr},47).	
Flamme contenant de l'hydrogène phosphoré. Gain des tubes dépolis chauffés 10 minutes au rouge.	0^{gr},0005 (poids du verre, 7^{gr},27) 0^{gr},001 (poids du verre, 6^{gr},94) 0^{gr},0002 (poids du verre, 11^{gr},43) 0^{gr},001 (poids du verre, 11^{gr},01)	Ces tubes étaient profondément dépolis.

En recueillant la partie dépolie dans la flamme, on obtient par analyse $0^{gr}718$ p. 100 de phosphore.

La partie du verre non dépolie ne contient pas de phosphore.

Sensibilité du procédé. — En diluant de l'acétylène contenant 55 centimètres cubes d'hydrogène phosphoré avec de l'acétylène pur, on trouve que 10 centimètres cubes d'hydrogène phosphoré par 100 litres d'acétylène fournissent encore une action tout à fait nette sur le verre. On décèle donc ainsi $\frac{1}{10.000}$ d'hydrogène phosphoré.

Dans les métaux qui, comme le fer, peuvent dégager leur phosphore sous l'action des acides, on caractérise ce métalloïde en dirigeant l'hydrogène impur produit dans la prise d'air du bec Bunsen, ou en brûlant directement le gaz dans un bec en métal. On observe par ce procédé, sur le verre en fusion, une action très nette de l'hydrogène dégagé par l'acide sulfurique pur étendu et le fil de clavecin.

Les composés organiques permettent d'opérer d'une façon beaucoup plus simple. Il suffit de porter sur un fil de platine la matière à analyser au sommet du cône bleu dans la flamme, en plaçant à la partie supérieure de celle-ci un tube de verre. Après la combustion du carbone, dès que le fil est porté au rouge vif, l'attaque du verre a lieu quand la matière contenait du phosphore. Ainsi, par exemple, le jaune d'œuf, les œufs de poisson, réagissent très nettement dans ces conditions pour un poids de matière infime. Les phosphates volatils, comme le phosphate d'ammoniaque donnent le même résultat.

Enfin, la réaction ne demandant jamais plus d'une à deux minutes, il n'y a pas à tenir compte de la dévitrification du verre par la chaleur. Celle-ci n'a pas lieu même avec dix minutes de chauffe au point de ramollissement. L'acide fluorhydrique très dilué dans un gaz combustible n'altère pas le verre en fusion. Les composés de l'arsenic, de l'antimoine, les vapeurs d'acide borique, l'hydrogène silicié ne produisent que des dépôts qui ne peuvent être confondus. Cette réaction, très nette pour de petites quantités, peut donc servir à reconnaître le phosphore.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un nouveau procédé d'analyse microscopique des farines et la recherche du riz dans les farines de blé.* Note de M. **G. Gastine**, présentée par M. L. Maquenne.

La falsification des farines et des semoules de blé par les produits cor-

respondants du riz est assez fréquente. J'ai été amené en vue de la découvrir à trouver une méthode très sensible et très sûre qui met en évidence dans les farines de blé ou dans les semoules, préalablement transformées en farine, les plus faibles traces de riz, 1 à 2 p. 100 par exemple, chiffres très inférieurs aux taux des fraudes usuelles.

La méthode consiste à imprégner la farine suspecte d'une solution colorante, à la dessécher ensuite lentement, à l'exposer durant quelques minutes à la température de 110-130°, enfin à l'examiner au microscope dans une goutte d'essence transparente ou dans le baume du Canada.

A la suite de ce traitement le hile des grains d'amidon se montre avec une grande netteté sous forme d'une ponctuation de couleur rouge, au moins pour certaines variétés. Les grains polyédriques d'amidon de riz apparaissent avec un hile rougeâtre très distinct et relativement gros pour leur taille ; l'amidon de blé ne présente que rarement, au contraire, un hile apparent. Dans les farines de riz les grains isolés d'amidon sont exceptionnels, mais l'apparition du hile n'est pas moins significative. On observe, d'une part, des cellules amylacées ovoïdes, ou grains composés, où le dessin régulier et symétrique des ponctuations rosées marque d'une manière caractéristique l'existence du riz. De l'autre, des fragments plus ou moins gros, souvent aplatis, comprenant un nombre variable de ces cellules amylacées, où la même symétrie des ponctuations, vues à la surface et en profondeur par transparence, signale avec autant de précision ces éléments plus complexes de la farine du riz. Ces caractères, déjà visibles avec un grossissement de 150 à 200 diamètres, sont surtout nets avec un grossissement de 600 à 650. Les grains montrent alors un aspect mûriforme tout à fait typique, ainsi que les plaques ou fragments de la farine de riz.

L'amidon du riz ou du blé ne se colorent pas, mais bien la substance azotée qui enveloppe les grains. Il en résulte une coloration sensible pour les fragments de farine de riz, qui comprennent plusieurs épaisseurs de cellules amylacées. Les grains moyens et gros d'amidon de blé sont à peine cernés par la couleur, mais les groupes de petits grains, où la substance azotée interstitielle est plus abondante, se colorent notablement, ainsi que l'aleurone. Les fragments de cellules d'assise protéique du blé ou du riz ont aussi leurs grains fortement colorés, mais il est facile de distinguer ces ponctuations relativement grosses et irrégulièrement groupées de celles qui appartiennent aux grains composés d'amidon de riz, dont la disposition très symétrique est caractéristique.

Comme matières colorantes on peut employer le bleu d'aniline, le bleu lumière, certains bleus pour coton, le bleu C4B, le bleu Meldola, la benzo-azurine, le vert d'aniline, les verts de méthyle, les bruns et jaunes d'aniline, la chrysaniline, la chrysoïdine, la safranine, la phénosafranine, la vésuvine, l'auramine, le dinitronaphtol, le rouge de Magdala et les violets, ceux-ci en solution très étendue. La concentration la plus convenable est de $0^{gr},05$ pour 100^{cc} d'alcool à 33 p. 100. Les couleurs brunes ou orangées permettent des reproductions photographiques, mais les couleurs bleues et vertes font mieux ressortir, par contraste, les ponctuations rosées.

La technique opératoire consiste à déposer sur une lame porte-objet deux gouttes de la solution colorante dans lesquelles on délaye une très petite quantité de farine, en étalant la liqueur jusqu'au diamètre de la lamelle qui plus tard recouvrira la préparation. On évapore à 28°-30°, sur l'un des étages inférieurs de la tablette chauffante de Malassez; quand l'eau a disparu on achève la dessication vers 50°, puis, après quelques minutes, on porte à 110°-130°, en se rapprochant du bec qui chauffe la tablette supérieure. On verse ensuite sur la lame une goutte d'essence de cèdre ou de baume du Canada, on recouvre d'une lamelle en chauffant encore un instant pour étaler le baume, s'il s'agit d'une préparation durable, enfin on laisse refroidir et on examine au microscope.

Les préparations doivent être transparentes, avec fond incolore, et contenir assez peu de farine pour offrir des vides nombreux.

Toute cette technique : séchage lent, assurant l'imprégnation de la farine sans formation d'empois, application d'une température élevée alors seulement que la dessication est complète, etc., a plus d'importance que le choix du colorant, car, même sans matière colorante, on obtient des préparations où les ponctuations rosées ou hiles des grains d'amidon sont très nettes et caractéristiques. L'avantage d'un colorant est de rendre l'observation plus facile, en définissant mieux les grains d'amidon.

Si l'on ajoute à une préparation sans colorant de l'acide osmique, du nitrate d'argent (avec exposition ultérieure au soleil) ou du chlorure d'or on obtient, surtout dans le dernier cas, de très bonnes préparations. Il faut seulement éviter un excès de réactif, qui provoquerait une cristallisation gênante.

Ces différentes méthodes donnent aussi des résultats très nets avec les farines de maïs et de sarrasin, dont les grains d'amidon se comportent comme ceux du riz. Le hile peu apparent des fécules de pomme de terre, d'arrow-root et de patate est mis en évidence de la même manière. De plus, à l'inverse de la plupart des amidons (blé, avoine, orge, riz, légumineuses), ces fécules se teignent au contact des colorants.

Je me propose d'étendre le même mode d'examen à d'autres farines et produits amylacés.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Catalyseurs oxydants et généralisation de la lampe sans flamme.* Par **C. Matignon** et **R. Trannoy.**

Beaucoup de réactions thermodynamiquement possibles dans certaines conditions de température et de pression ne se réalisent pas quand on met les corps en présence ou ne se produisent qu'avec lenteur. On dit alors qu'il y a frottement chimique et cela correspond à ce que M. Berthelot appelle une réaction exigeant un travail préliminaire.

Le calcul de l'énergie libre d'une réaction ou de sa valeur approchée à l'aide de corrections effectuées sur la chaleur brute, comme l'a indiqué M. Berthelot, permet de reconnaître pratiquement les réactions théoriquement possibles et ne s'effectuant pas, c'est-à-dire les réactions à frottement.

Il y a lieu de rechercher un agent catalyseur pour toutes les réactions à frottement.

Le mécanisme de l'action catalytique se ramène en général à la substitution à une réaction à frottement dans certaines conditions de deux ou plusieurs autres réactions intermédiaires, sans frottement dans ces conditions, et dont la réaction cherchée est la résultante.

Par l'analyse de ce mécanisme, on est ainsi conduit à classer les catalyseurs en agents oxydants, hydrogénants, chlorurants, hydrolysants, etc., un même corps pouvant servir de catalyseur pour des actions de nature différente.

Ces considérations générales qui seront développées plus longuement par ailleurs nous ont conduit à manifester simplement les propriétés catalytiques oxydantes d'un certain nombre de substances.

Les oxydes de fer, de nickel, de cobalt, de chrome, de cuivre, de manganèse, de cérium, d'argent constituent des agents catalyseurs oxydants qui peuvent être très actifs dans des conditions convenables. On peut avec ces substances réaliser facilement la lampe sans flamme. Dans ce but, on imbibe un cordon d'amiante avec une solution concentrée d'un sel comme l'azotate susceptible de donner l'oxyde par calcination, le fil reste imprégné et recouvert de l'oxyde sous une forme divisée particulièrement convenable pour la réalisation de réactions catalytiques hétérogènes. Si l'on plonge un semblable filament préalablement porté au rouge dans un verre contenant de l'éther ordinaire, par exemple, la combustion suivante a lieu :

$$(C^2H^5)^2O + O^2 = 2\, C^2H^4O + H^2O$$

avec production abondante d'aldéhyde et l'incandescence se maintient tant qu'il reste de l'éther.

Avec beaucoup de ces catalyseurs, on peut répéter l'expérience avec la plupart des corps organiques, pourvu que ceux-ci soient maintenus à une température où leur tension de vapeur soit suffisante.

Dans certains cas, dont l'exemple le plus net est fourni par un fil de palladium, il se forme sur le catalyseur un dépôt de charbon très divisé, qui augmente assez vite et brûle à l'air dès qu'on retire le support des vapeurs combustibles.

On peut employer le manganèse sous forme de bioxyde ; un petit prisme très allongé taillé dans un bloc de pyrolusite reste incandescent dans la vapeur d'éther, il est d'abord ramené à l'état d'oxyde salin, puis la réaction se continue jusqu'à oxydation complète du combustible.

Toutes ces oxydations, réalisées dans des conditions pratiques, conduiront sans doute à des méthodes nouvelles de préparation de substances organiques.

Le cuivre joue le rôle d'un agent catalyseur extrêmement actif dans l'oxydation de l'ammoniaque et des amines volatiles. On le démontre nettement en opérant de la façon suivante. On introduit une spirale de cuivre portée au rouge dans un vase contenant une solution concentrée d'ammoniaque (30° Baumé) ; la spirale placée au-dessus de la solution reste incandescente par suite de la combustion du gaz ammoniac et, si le fil n'est pas trop gros, sa température de fusion est bientôt atteinte et le cuivre fond progressivement.

Le cuivre paraît agir ici en formant comme corps intermédiaire un azoture, c'est du moins ce que semble indiquer la teinte particulière que prend ce métal.

La solution d'ammoniaque peut être remplacée par des solutions concentrées d'amines volatiles, méthylamines, éthylamines, etc.

Certains des oxydes précédents peuvent remplacer le cuivre dans ces dernières expériences, mais dans aucun cas l'oxydation n'est aussi active qu'avec ce métal.

On réalise le mieux ces expériences en opérant dans un vase tronconique dont l'ouverture n'est pas trop étroite ; c'est dans ces conditions que le mélange convenable d'air et de vapeur combustible s'établit le plus facilement.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'autocatalyse et décomposition d'un système photochimique.*

Note de M. **Béla Szilard**, présentée par M. H. Poincaré.

La solution chloroformique de triiodométhane faite à l'obscurité dans la chambre noire représente un système photochimique très sensible à la lumière.

Soumise à l'action de la lumière, en présence de l'oxygène, elle se décompose au bout d'un temps plus ou moins long : de jaunâtre qu'elle était, elle sera de plus en plus violacée et enfin prendra une coloration brune tirant sur le violet.

Plusieurs auteurs ont déjà constaté que le produit de cette décomposition est l'iode et que cette décomposition une fois commencée continue sa marche spontanément, même dans l'obscurité.

La présente étude a pour objet de déterminer les propriétés physicochimiques de cette réaction. Dans ce but nous avons toujours employé une dissolution contenant 20^{gr} de triiodométhane environ par litre. L'iode dégagé sera toujours mesuré en titrant avec une dissolution de $Na^2S^2O^3$ centinormale.

Il faut employer à ces mesures une chambre tout à fait noire, éclairée seulement par une petite lampe à incandescence électrique d'une intensité de $\frac{1}{5}$ bougie.

1° On peut poser en fait que la continuation spontanée de la réaction au but de cent jours n'est pas complète. Mais, au contraire, si on mêle la solution avec le mercure et que, pour combiner de l'iode dégagé, on agite de temps en temps la transformation de triiodométhane en iode ou sous-iodure de mercure sera complète.

2° Mêle-t-on la dissolution une fois insolée et décomposée avec une dissolution non décomposée, cette dernière se décompose à son tour.

On peut en conclure que cette décomposition a la nature d'une réaction purement catalytique et que la matière catalysante est produite par la réaction elle-même.

3° La matière catalysante, qui se dégage par la réaction, ne se dégage pas définitivement, parce que en ce cas la décomposition irait en augmentant jusqu'à une certaine limite. Mais il n'en est pas ainsi.

4° La solution chloroformique de CHI^3 n'est pas la seule qui se décom-

pose ainsi. Il en est de même si on dissout le triiodométhane dans l'éther, l'alcool, dans le sulfure de carbone etc., d'où il résulte que le chloroforme n'a aucun rôle dans la décomposition.

D'autre part on remarque que la plus petite quantité d'oxygène suffit pour causer le même effet qu'une quantité notable.

5° Nous avons étudié la marche du phénomène qui est très régulière. Comme mesure de l'autocatalyse nous avons mesuré la teneur de la dissolution en iode, représentant le produit principal de la réaction.

6° Si on représente par q la quantité d'iode dégagé dans un temps t (en jours), par Q la teneur totale en iode (sous forme de CHI^3) en milligrammes par centimètre cube, par $Q - a$ la limite de décomposition du système et par b une constante dépendant des circonstances, on a la relation

$$q = (Q - a)^{-1} = 1 - e^{-bt}.$$

Ces diverses quantités avaient les valeurs suivantes : 1 cm^3 de la dissolution contenait $0^{gr},020$ de CHI^3 alors $Q = 19,33$; $Q - a = 10,16$, $b = 0,10$. Les résultats obtenus sont les suivants :

t EN JOURS	γ MESURÉS	γ CALCULÉS	DIFFÉRENCE
1	0,9702	0,9672	+ 0,0030
2	1,861	1,842	+ 0,019
3	2,662	2,634	+ 0,028
5	3,941	3,998	— 0,057
7	5,102	5,114	— 0,012
9	6,045	6,029	+ 0,016
10	6,411	6,422	+ 0,011
14	7,649	7,654	— 0,005
20	8,884	8,785	+ 0,099
40	9,991	9,972	+ 0,019
∞	10,160	—	—

La valeur de b dépend de la température, de la concentration et de la qualité (pureté) des matières employées.

Veut-on déterminer cette valeur de b, il faut seulement faire une expérience préliminaire, en connaissant les valeurs de t et de γ.

D'autre part, la valeur de γ pour un temps t dépend du temps de l'inso-

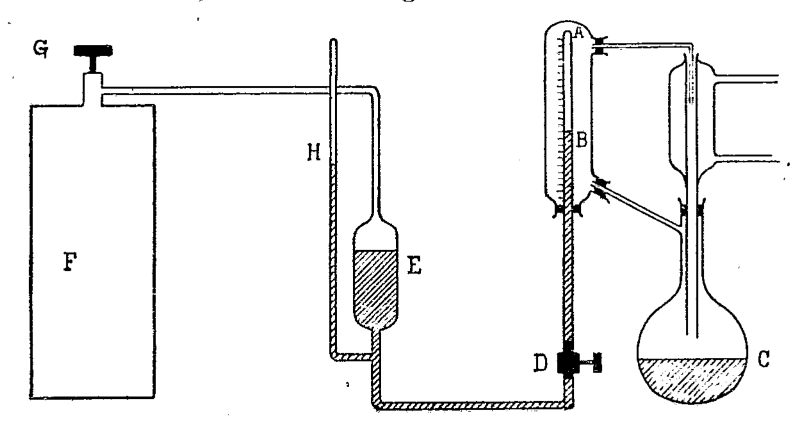
lation, de la richesse en iode qu'a la dissolution au commencement. Il faut donc toujours commencer la réaction avec une insolation aussi faible que possible.

7° Si l'on veut étudier la cinétique de la réaction, on mesurera les coefficients lesquels sont minima quand le système se décompose dans l'obscurité ; ces valeurs vont en croissant, en isolant de plus en plus le système.

8° L'action quantitative de la lumière sur le dégagement de l'iode peut se représenter par des équations analogues avec les précédentes. Seulement les valeurs de q sont plus grandes pour un même temps t. Alors les courbes construites sont aussi logarithmiques, mais avec des ordonnées élevées. Soustrait-on de cette nouvelle équation représentant l'action de la lumière + l'autocatalyse, l'autre équation représentant seulement l'autocatalyse : on obtient une équation réprésentant seulement l'action de la lumière.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude des équilibres hétérogènes sous des pressions variables.* Note de M. **E. Briner**, présentée par M. G. Lemoine.

Nous nous sommes proposé d'étudier l'effet produit par des variations de pression sur les équilibres auxquels donnent lieu la formation de corps liquides ou solides à partir de deux gaz.



Le mélange gazeux est contenu dans la partie AB d'un tube gradué, que l'on peut maintenir à une température rigoureusement constante par une circulation de vapeur provenant d'un liquide en ébullition dans le ballon C. D est un robinet en acier, isolant le mélange pendant qu'on relie le tube gradué au réservoir de mercure E et à la bombe

d'acide carbonique F, utilisée comme dispositif compresseur. La vanne G permet de régler facilement la pression, qui est indiquée par le manomètre à air comprimé H. On a pu ainsi soumettre aux vérifications des lois de la statique chimique des corps comme le chlorure de phosphonium, dont la tension de dissociation, à la température ordinaire, est supérieure à la pression atmosphérique.

Les courbes des produits pv, des pressions p par les volumes v, en fonction de la pression se prêtent très bien à la représentation des phénomènes d'ordre chimique qui interviennent lors de la compression d'un mélange gazeux. De la diminution du produit pv, on déduit facilement les pressions partielles p_1 et p_2 des gaz A et B, si la combinaison solide engendrée répond à la formule A_nB_m et si le nombre des molécules gazeuses A_nB_m est négligeable.

L'application de la loi d'action des masses donne, en effet, dans ce cas, π étant la tension de dissociation du corps formé :

$$p^n . p_2^m = K \tag{1}$$

constante à une même température.

Si les pressions partielles sont dans le rapport n/m, la pression totale, somme des pressions partielles p_1 et p_2, sera égale à la tension de dissociation π, d'où

$$p_1 = \frac{n\pi}{n+m}, \qquad p_2 = \frac{m\pi}{n+m}$$

$$K = \frac{n^n . m^m . \pi^{n+m}}{(n+m)^{n+m}}. \tag{2}$$

Ces relations, combinées avec celle de van't Hoff

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{-q}{RT^2}, \tag{3}$$

fournissent les valeurs numériques de la tension de dissociation π et de la chaleur q dégagée par la réaction.

Si l'on ignore les valeurs des coefficients n et m, il sera aisé de les déterminer en se basant sur le fait que le produit $p_1^n . p_2^m$ doit être constant à une même température.

Une autre propriété du produit $p_1^n . p_2^m$, déjà signalée par Isambert [1] dans un cas particulier, permet également de déduire les valeurs de n, m et π. On peut démontrer que la pression totale passe par un minimum

(1) *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 1912.

lorsque les pressions partielles satisfont à la relation

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{n}{m}. \tag{4}$$

Alors la tension de dissociation se confond avec la pression totale.

Les grandeurs relatives des pressions partielles correspondant à différentes valeurs de la pression totale peuvent être tirées de la relation (2). Il résulte de ce calcul qu'une élévation de la pression totale tend à diminuer la pression partielle relative du gaz qui n'est pas en excès. Si cette pression partielle relative devenait négligeable, la phase gazeuse se comporterait alors comme si elle était formée d'un gaz unique; autrement dit, le produit pv redeviendrait à peu près constant et correspondrait à l'excès de l'un des gaz A ou B par rapport aux proportions dans lesquelles ils se combinent. D'autre part, l'application rigoureuse de la loi d'action des masses ne permet pas de supposer nulle la pression partielle p_x des molécules gazeuses A_n B_m, cette loi se résumant dans la formule

$$\frac{p_1^n \cdot p_2^m}{p_x} = \text{constante}.$$

Si l'on tient compte de p_x dans les calculs, la relation (4) ne sera néanmoins pas modifiée; car en présence du corps solide A^nB_m, la pression partielle p_x reste constante à température constante et le minimum de tension sera encore égal à la tension de dissociation. L'existence de cette pression p_x se traduit par des variations appréciables des valeurs numériques de K et de π déduites des relations approchées (1) et (2). Cependant aux pressions les plus faibles compatibles avec la présence de la phase solide, nos expériences ont montré que les valeurs calculées à l'aide de la formule (2), concordent assez exactement avec la tension de dissociation observée directement.

CHIMIE BIOLOGIQUE [1]. — *Sur la transformation presque intégrale en maltose des dextrines provenant de la saccharification de l'amidon* [2]. Note de MM. **A. Fernbach** et **J. Wolff**, présentée par M. Roux.

MM. Maquenne et Roux ont indiqué récemment (*Comptes rendus*,

---

[1] Cette note a été présentée le 21 mai.

[2] MM. Maquenne et Roux ont présenté à la séance du 14 mai de l'Académie, sur le même sujet, un travail qui n'a pas paru encore au moment où nous rédigeons la présente Note et dont nous ne connaissons que les grandes lignes.

t. CXLII, p. 124) des conditions de saccharification des empois d'amidon par l'extrait de malt qui permettent d'atteindre des rendements en maltose inconnus jusque-là. Ces conditions sont la neutralisation exacte de l'empois vis-à-vis du méthylorange et la neutralisation partielle de l'extrait de malt.

Nous nous sommes proposés, de notre côté, de rechercher comment progresse la formation du maltose et nous avons constaté que, même sans aucune neutralisation, la production de ce corps est loin d'être arrêtée au moment où l'absence de coloration par l'iode indique qu'il n'y a plus d'amidon.

La rapidité avec laquelle progresse la première phase de la saccharification est connue depuis longtemps; quant à la deuxième, si elle a échappé aux expérimentateurs, c'est sans doute à cause de son extrême lenteur.

Comme on pouvait s'y attendre, la transformation marche plus vite à 50° qu'à la température ordinaire. Voici, à titre d'exemple, des expériences dans lesquelles deux ballons renfermant 25^{cc} de chaque empois à 5 p. 100 additionnés de 5^{cc} d'extrait de malt à 10 p. 100 ont été maintenus pendant 2^{h} 1/2 à 52°; puis l'un des ballons a été placé pendant 20^{h} à la température ordinaire, tandis que l'autre restait pendant ce temps à 52°.

	Fécule A	Fécule B	Riz	
	—	—	—	
A froid.	85,6	85,5	80,4	de maltose p. 100 d'amidon.
A chaud	100,2	97,4	90,7	— —

En prolongeant encore davantage l'action de la chaleur (45$_{h}$ à 50°) et en opérant sur une fécule pauvre en matières minérales, nous avons pu obtenir en maltose 102, 7 p. 100 de l'amidon mis en œuvre ; à ce moment, l'alcool ne produisait plus dans la liqueur qu'un louche à peine appréciable.

Si, au lieu d'opérer comme ci-dessus, sans modificatipn de la réaction, on ajoute de l'acide progressivement en se rapprochant de la neutralité au méthylorange, on constate que cette addition accélère la transformation, en facilitant le passage des dextrines à l'état de maltose. On peut obtenir des résultats tout aussi favorables au point de vue de l'accélération en faisant intervenir l'acide à des stades divers de la saccharification et en particulier au moment où tout l'amidon a disparu, de sorte que, pour expliquer l'augmentation d'activité de la diastase, il n'est pas nécessaire d'admettre, comme on pourrait le supposer, un changement dans le mode de dislocation de la molécule d'amidon.

En ce qui concerne la marche du phénomène, voici quelques chiffres

indiquant la quantité de maltose pour 100 d'amidon, qui permettent de suivre la saccharification et de la représenter graphiquement.

Nous avons opéré à 50°, sur un volume total de liquide s'élevant à 300^{cc}, renfermant 13^{gr} de fécule et 50^{cc} d'extrait de malt à 10 p. 100, en faisant à diverses périodes des prélèvements pour l'analyse.

TEMPS :	2 H.	4 H.	22 H.	46 H.	94 H.
Fécule M, Sans aucune addition.	82,1	84,6	89,9	93,9	100,7
Fécule M, Neutralisé	86,8	89,0	100,1	102,7	103,8

TEMPS :	1 H.	3 H. 1/2	5 H. 1/2	7 H. 1/2	10 H. 1/2	22 H. 1/2	47 H. 1/2
Fécule M. Neutralisé . . .	81,4	86,8	91,0	92,4	96,9	97,8	101,2
Fécule N. Neutralisé . . .	81,7	91,0	93,9	94,4	101,4	101,5	103,2

TEMPS :	12 H.	19 H.	37 H.
Fécule M. Neutralisé	99,7	100,5	102,9
Fécule N. Neutralisé	100,1	100,1	102,7

Nous nous sommes assurés qu'il ne se forme pas de maltose par la comparaison entre le pouvoir rotatoire et le pouvoir réducteur. Le petit excédent fourni à la fin de la saccharification par la lecture polarimétrique correspond très sensiblement à la petite quantité de dextrine résiduaire. Pour l'expérience qui nous a donné 103, 8 p. 100 de maltose, c'est-à-dire 1,7 p. 100 de moins que le rendement théorique, la dextrine restante, déterminée directement, s'élevait à 1,9 p. 100.

Si, arrivée à ce terme, la saccharification ne progresse plus qu'insensiblement, ce n'est pas (nous l'avons vérifié) que la diastase soit devenue inactive, mais bien plutôt à cause de la dilution de la matière. Ce qui le prouve, c'est que, en précipitant par l'alcool la dextrine dans le liquide préalablement concentré et faisant agir de l'extrait de malt sur la solution aqueuse de dextrine, on observe une disparition lente, mais notable de ce corps. Si donc il existe une dextrine non transformable en maltose, elle ne peut représenter qu'une fraction infime de l'amidon primitif.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les principes de la gutta-percha du* Palaquium Treubi. Note de MM. **E. Jungfleisch** et **H. Leroux**.

Dans les recherches poursuivies autrefois par l'un de nous en collaboration avec A. Damoiseau, il a été reconnu que les composants des guttas malaises varient non seulement par leur quantité mais aussi par leur nature. Nous avons repris ces recherches en les appliquant à des guttas provenant de feuilles d'origine botanique certaine. Les faits rapportés ici

ont été observés sur la gutta brute des feuilles du *Palaquium Treubi;* ils portent sur une substance fusible à 260°, qui reste dissoute lorsqu'on précipite par l'alcool en ébullition l'hydrocarbure de la gutta, contenu dans l'extrait toluénique de feuilles, préalablement concentré ; la liqueur alcoolique et toluénique étant distillée à sec, le résidu lavé à l'alcool bouillant laisse la substance en question à l'état insoluble.

Cette substance étant mélangée de cire, on l'épuise à l'alcool bouillant. Lorsque la liqueur ne se trouble plus en refroidissant, le résidu est purifié par des cristallisations dans la benzine bouillante, répétées jusqu'à point de fusion constant, soit 260°. Nous nommerons provisoirement ce produit *paltreubine* pour rappeler le végétal qui l'a fourni.

La paltreubine constitue des petites aiguilles incolores et soyeuses. Par évaporation lente de sa solution benzénique, elle se dépose en fines aiguilles clinorhombiques (M Wyrouboff). Chauffée au bloc Maquenne, sous un couvre-objet, elle se sublime, vers 230°, en prismes allongés assez caractéristiques, sans mélange d'autres cristaux. La paltreubine est inactive sur la lumière polarisée. La benzine et le toluène chauds sont ses meilleurs dissolvants ; à froid, ils la dissolvent à peine. Elle est presque insoluble dans la plupart des autres véhicules, à chaud comme à froid.

L'analyse attribue à la paltreubine la formule $C^{30}H^{50}O$, qui fait de ce corps un isomère des amyrines, substances fort bien étudiées par M. Vesterberg. Une comparaison avec ces principes est dès lors nécessaire. M. Vesterberg a séparé l'amyrine de l'élémi, par cristallisation et surtout par éthérification, en amyrine-α, fusible à 180-181° et amyrine-β, fusible à 193-194°. Ces amyrines présentant le pouvoir rotatoire alors que la paltreubine est inactive, l'identité ne peut donc être admise. D'ailleurs les points de fusion des amyrines sont plus bas que celui de la paltreubine d'au moins 65°. Comme les amyrines, d'autre part, la paltreubine fournit des éthers, mais, ici encore, les différences sont manifestes.

Chauffée à 175° en tubes scellés, avec un excès d'anhydride acétique, la paltreubine est entièrement éthérifiée après 24^h. L'éther sépare le produit en une partie soluble et une partie peu soluble. Purifiée par des cristallisations répétées dans la benzine, la partie soluble forme des prismes fusibles à 235° ; la partie peu soluble dans l'éther, purifiée de la même manière, constitue des aiguilles fusibles à 290°. Les deux produits présentent la composition d'un éther acétique de la paltreubine. Chacun d'eux, saponifié par la potasse alcoolique, fournit un alcool particulier, isomère de la paltreubine. Nous nommerons *alcool paltreubylique*-α l'alcool provenant de la saponification de l'éther acétique fusible à 235°, et *alcool paltreubylique*-β celui que fournit l'éther acétique fusible à 290°.

L'*acétate de paltreubyle*-α, $C^{30}H^{49} - CO^2 - CH^3$, fusible à 235°, donne, dans la benzine, et par refroidissement, des cristaux assez volumineux ; par évaporation spontanée, la solution benzénique fournit des prismes clinorhombiques que M. Wyrouboff a bien voulu déterminer.

L'*alcool paltreubylique-α*, $C^{30}H^{49}$ — OH, est obtenu en saponifiant l'acétate par la potasse alcoolique. Purifié par cristallisation dans la benzine, il donne des cristaux en aiguilles, fondant à 190°.

Cet alcool et son éther acétique, en solution benzénique, sont inactifs sur la lumière polarisée. Ce fait est à rapprocher des activités très marquées de l'amyrine-β et de son acétate, les points de fusion de ces deux substances, 193° et 236°, étant voisins de ceux de l'alcool paltreubylique-α, 190°, et de son acétate, 235°. Nous reviendrons sur ces relations.

L'*acétate de paltreubyle-β*, $C^{30}H^{49}$ — CO^2 — CH^3, fusible à 290°, cristallise dans la benzine, par refroidissement, en prismes incolores, bien développés ; l'évaporation lente de la solution benzénique fournit des prismes clinorhombiques volumineux, différents de ceux de l'acétate de paltreubyle-α ; nous sommes reconnaissants à M. Wyrouboff d'avoir bien voulu effectuer leur détermination. Cet acétate est moins soluble dans les divers dissolvants que son isomère α.

L'*alcool paltreubylique-β*, $C^{30}H^{49}$ — OH, résultant de la saponification de l'éther précédent par la potasse alcoolique, a été purifié par des cristallisations dans la benzine bouillante ; il se sépare en aiguilles très fines et très longues, dont le feutrage solidifie le mélange. Chauffé au bloc sous un couvre-objet, il se sublime vers 270-275° en fines aiguilles prismatiques ; il fond à 295°. La solubilité dans la benzine est faible à chaud, presque nulle à froid ; elle est très faible dans la plupart des autres dissolvants.

L'alcool paltreubylique-β, produit de transformation de la paltreubine du *P. Treubi*, n'a jamais été rencontré dans la gutta brute des feuilles de ce végétal. Il est identique avec un principe naturel que nous avons retiré des feuilles du *P. gutta* et du *P. borneense* ; il est identique aussi avec un alcool que nous ont fourni en abondance des matières séparées dans la purification industrielle de la gutta des feuilles, matières que nous devons à l'obligeance de M. de la Fresnaye. Cette particularité permettra de développer l'étude de l'alcool paltreubylique-β.

Quelles relations existent entre la paltreubine et ses dérivés, les alcools paltreubyliques ? M. Vesterberg a vu que l'amyrine de la résine élémi donne les éthers acétiques de deux alcools différents, l'amyrine-α et l'amyrine-β, mais il a considéré l'amyrine de l'élémi comme un mélange, très difficile à séparer, de ces deux derniers alcools. Dans le cas de la paltreubine, la cristallisation lente dans divers dissolvants ne fournit qu'une seule sorte de cristaux, alors que les alcools paltreubyliques mélangés se séparent ainsi aisément; il ne s'agit donc pas d'un mélange. D'autre part, M. Vesterberg a déjà fait remarquer que les formules et certaines propriétés des amyrines permettent d'envisager celles-ci comme des alcools dérivant d'un triterpène $(C^{10}H^{16})^3$, de la même manière qu'un bornéol dérive d'un carbure $C^{10}H^{16}$; la même observation s'applique à nos nouveaux alcools. Les isomérisations par éthérification étant nombreuses dans la

série terpénique, nous sommes portés à envisager la paltreubine comme un alcool qui s'isomérise dans deux directions lors de l'éthérification par l'anhydrique acétique.

BOTANIQUE. — *Sur les spores d'un Streptothrix*. Note de MM. **Brocq-Rousseu** et M. **Piettre**, présentée par M. G. Bonnier.

L'un de nous étudie depuis plusieurs années une Streptothricée qu'il a montré être une cause générale d'altération des grains et des fourrages et qu'il a dénommée *Streptothrix Dassonvillei* (¹).

I. Ce Streptothrix se cultive aisément à condition de lui donner un milieu nutritif suffisamment riche en azote organique, et en présence de l'oxygène. Dans la nature le champignon emprunte l'azote aux matières quaternaires des végétaux sur lesquels il se développe.

Sa sporulation se traduit par la formation à la surface des cultures d'une efflorescence blanc grisâtre d'aspect crayeux; en bouillon peptonisé à 1 p. 100, le champignon se développe sous forme de touffes et il attaque énergiquement les matières albuminoïdes avec production d'ammoniaque : dans une culture contenant $0^{gr},168$ de champignon sec nous avons trouvé $0^{gr},118$ d'AzH^3, soit 70^{gr} d'ammoniaque pour 100^{gr} de Streptothrix.

Ce Streptothrix est donc un agent important de destruction des matières azotées et en particulier des albumines végétales; son rôle doit être considérable, si l'on tient compte de son abondance dans la nature.

II. Si l'on fait des cultures en bouillons de façon que l'accès de l'oxygène soit le plus grand possible, il se forme à la surface du bouillon une multitude de croûtes légères, blanc grisâtre, présentant la structure d'un faux tissu : ce sont des efflorescences presque exclusivement composées de spores.

Cette particularité nous a permis de faire quelques recherches sur la composition chimique de ces spores. On élimine les flocons mycéliens en siphonant le liquide en dessous des efflorescences et on le remplace à plusieurs reprises par de l'eau distillée. Les spores recueillies sont lavées à neutralité.

III. — La masse des spores, séchée à 110° pour analyse, se présente sous forme d'une poudre grisâtre.

(¹) Brocq-Rousseu, *Revue générale de Botanique*, t. XVI, 1904, p. 219 et t. XVII, 1905, p. 417.

L'épuisement à l'éther enlève 1,35 p. 100 d'une substance soluble très vivement colorée en jaune et qui cristallise en grande partie.

Cendres alcalines très légèrement bleuâtres (traces de manganèse).

p. 100 7,8
7,8
7,92

Silice — { 0,25 ; 0,20 }   Phosphore { 4,12 ; 4,27 }

C	H	Az	S	Cl
51,72	7,43	13,80	0	0
51,33	7,38	13,64		

Ce sont, croyons-nous, les premières analyses effectuées sur des spores de champignons inférieurs. (Les analyses publiées se rapportent à la substance totale de certains champignons supérieurs). [1]

(La recherche du chlore et du soufre a été faite par la méthode de Carius : attaque en tube scellé par l'acide azotique de densité 1,5 en présence d'un excès de nitrate d'argent. Elle a porté sur 0,5877 de matière.

IV. L'absence de chlore est très remarquable, car les cultures ont été faites dans un bouillon salé (5gr de NaCl par litre). La sporulation paraît donc être, au point de vue chimique, un travail bien spécial, puisque le champignon fait un choix parmi les minéraux mis à sa disposition. Le chlore et le chlorure de sodium ne semblent donc pas séjourner dans le cytoplasme d'une façon générale; ce sont des éléments d'inhibition, des éléments extra-cellulaires; de plus, l'absence totale de chlore incite à penser que ce corps n'est pas nécessaire à l'être futur, au moins au début de son développement.

Il a été démontré, du reste, que les chlorures sont non seulement inutiles, mais même nuisibles à la végétation [2].

L'absence de soufre est encore plus inattendue, car ce corps existe dans la plupart des matières albuminoïdes.

Le phosphore a ici une importance comparable à celle qui lui a été reconnue déjà dans un élément histologique : le noyau des globules rouges [3]. Il s'agit évidemment de matières très proches des nucléines

(1) W. Zopf, *Die Pilze*. Breslau, 1890, p. 117.

(2) Dassonville, *Thèse de Paris*, 1898, p. 162.

(3) Piettre et Vila, *Comptes rendus*, avril 1906.

Cette richesse des spores en phosphore atteint la proportion considérable de 53 p. 100 des cendres.

Le phosphore constitue donc à lui seul plus de la moitié des cendres. Il existe à l'état de combinaison organique et joue un rôle capital dans les matières qui servent de substratum aux phénomènes de reproduction ; il est un élément essentiel de la plastique cellulaire, au même titre que l'azote est un élément essentiel de la croissance.

Une faible partie du phosphore total se trouve combinée à de la chaux; les phosphates, contrairement aux chlorures, paraissent donc être des constantes des éléments cellulaires.

Il est intéressant de constater la présence de la silice dans les spores. La fréquence de la silice dans les tissus épidermiques, sa localisation dans les enveloppes de certaines algues, lui ont fait attribuer un rôle de protection. Il y a lieu de penser qu'il en est de même dans les spores de cet organisme.

Ces quelques recherches sur les spores d'un champignon inférieur contribuent à nous faire connaître la composition chimique de la substance de l'être pendant ce passage à l'état de vie ralentie où s'opère une condensation des éléments strictement nécessaires à une régénération plus ou moins éloignée.

BIOLOGIE. — *Une invasion d'Algues méridionales* (Colpomenia sinuosa) *sur les huîtres de la rivière de Vannes.* Note de M. **Fabre-Domergue**, présentée par M. Bornet.

Vers la fin de l'année dernière, mon attention fut attirée par un ostréiculteur du Morbihan, M. Martine, sur la présence dans sa région d'algues inconnues jusqu'ici et dont le développement menaçait de compromettre gravement les intérêts des parqueurs de l'embouchure de la rivière de Vannes.

Ces algues, auxquelles les ostréiculteurs ont donné le nom, fort justifié d'ailleurs de « Ballons », affectent la forme de petites outres d'un brun verdâtre qui, microscopiques au début, atteignent assez vite le volume d'un gros œuf de poule. Formées d'une paroi très mince, élastique et assez fragile, ces outres, habituellement pleines d'eau, s'affaissent sur elles-mêmes au moment de la basse mer ; elles se vident alors de leur contenu par les déchirures de leur enveloppe, mais, en raison de l'élasticité de celle-

ci, l'outre, ainsi vidée, se remplit d'air. Il en résulte qu'au retour du flot l'algue forme ainsi un véritable petit flotteur dont le volume est plus que suffisant pour soulever l'huître qui lui sert de support.

Or, comme à chaque grande marée, au moment où les parcs, situés généralement assez bas, découvrent totalement, les huîtres, munies de leurs ballons dûment gonflés d'air, montent à la surface des eaux dès que revient le flot et sont emportées par lui. On conçoit quel énorme préjudice peut causer à l'ostréiculture l'invasion de ce nouveau commensal.

Désireux de déterminer exactement la plante dont de nombreux exemplaires m'avaient été envoyés, j'eus recours à l'aimable obligeance de M. Bornet à qui je suis redevable des renseignements suivants :

L'algue brune en ballon qui croît sur les huîtres est le *Colpomenia sinuosa* Derb. et Solier. Cette plante est répandue dans toutes les mers chaudes. Elle abonde dans la Méditerranée ainsi que dans les parties immédiatement voisines de l'Atlantique. C'est à Cadix qu'elle a été signalée pour la première fois au commencement du siècle dernier. Depuis lors elle ne semble pas avoir été sûrement trouvée plus au Nord. M. Lazaro é Ibiza l'a bien signalée dans plusieurs localités entre Santander et Vigo, mais cette indication ne saurait être admise sans quelque réserve. En effet, M. Sauvageau qui a visité la côte cantabrique n'a pas rencontré le *Colpomenia*, mais seulement le *Leathesia difformis* Aresch. qui lui ressemble assez pour que la confusion soit possible si l'on n'en étudie pas la structure. Or le *Leathesia* n'est pas cité dans le catalogue de M. Lazaro.

Le *Colpomenia* n'existait pas autrefois dans le golfe du Morbihan. Ni Prouhet et Le Lièvre de la Marinière, ni Lloyd, ni Thuret ne l'y ont rencontré.

Nous nous trouvons donc en présence d'un cas d'acclimatation fortuit, dû certainement aux conditions particulières de la mer intérieure qu'est le golfe du Morbihan. Le *Colpomenia*, venu là sans doute sur la coque d'un bateau, a trouvé dans ces eaux chaudes et vaseuses un milieu éminemment favorable, car il y croît avec vigueur et les échantillons de cette provenance, étudiés par M. Bornet, se sont montrés couverts de pores fructifères d'où essaiment des myriades de zoospores.

Parmi les moyens proposés pour la destruction des algues (chaulage, mise en silo des huîtres, etc.) aucun n'a donné de résultats appréciables. Seul le balayage des huîtrières avec des fagots épineux qui crèvent les « ballons » et en détruisent, par conséquent, l'effet nuisible, a permis de lutter avec quelque succès contre ce fléau d'un nouveau genre. Il est d'ailleurs probable que le *Colpomenia* ne s'attardera pas indéfiniment dans les eaux bretonnes et que le premier hiver un peu rude l'anéantira complètement. Pour la même raison, on est en droit d'espérer que l'espèce ne

sortira point de la région où elle est actuellement cantonnée et où elle n'a pu se développer que grâce aux conditions toutes spéciales du milieu.

BIOLOGIE. — *Sur l'évolution des Grégarines gymnosporées des crustacés.* Note de MM. **L. Léger** et **O. Duboscq**.

En 1885, Frenzel créa le genre *Aggregata* pour les Grégarines de certains Crustacés (*Portunus*, *Carcinus*) caractérisées à la fois par des formes intestinales à sporadins en chaîne et par des kystes cœlomiques à sporozoïtes nus. Le genre *Aggregata* ainsi compris venait se placer très naturellement à côté du genre *Porospora*, représenté par la Grégarine du Homard.

En décrivant *Aggregata cœlomica* Léger de *Pinnotheres pisum* et *Aggregata vagans* Léger et Duboscq de *Eupagurus Prideauxi*, nous avons, comme Frenzel, attribué à une même espèce de Grégarine les formes intestinales et les kystes cœlomiques que nous trouvions simultanément chez un même Crustacé.

Récemment, G. Smith se range encore à cette interprétation en nous faisant connaître une nouvelle *Aggregata* parasite de l'*Inachus* et cependant ce Crustacé ne montrait que des formes cœlomiques représentant toujours des enkystements solitaires.

Pendant que Moroff reprenait l'étude des Coccidies des Céphalopodes et montrait par les caractères de la fécondation les affinités des *Eucoccidium* avec les Grégarines, nous poursuivions nos recherches sur les *Aggregata* des Crustacés en supposant, comme Frenzel, que leur cycle devait être digénétique et se dérouler successivement chez un Crustacé et chez un grand consommateur de Crustacés tel qu'un Céphalopode, par exemple.

Les expériences suivantes démontreront, croyons-nous, la justesse de notre hypothèse.

D'abord, nous n'avons jamais pu observer la déhiscence des spores d'*Eucoccidium* dans le suc intestinal des Céphalopodes. Au contraire, fait-on manger à un *Portunus*, à un *Pagurus*, à un *Stenorhynchus*, à un *Inachus* des estomacs de seiche remplis de kystes mûrs d'*Eucoccidium eberthi*, au bout de quelques heures, on voit la plupart des spores ouvertes en 2 valves et les sporozoïtes en liberté dans le suc intestinal du Crustacé. Ces sporozoïtes d'*Eucoccidium* sont arqués. Leur extrémité antérieure montre un corps réfringent pourvu de deux grains sidérophiles qui paraissent être des centrioles. Le noyau subcylindrique, pourvu de nombreux grains de chromatine sans karyosome distinct occupe l'extrémité postérieure. Nous avions déjà vu et signalé de tels sporozoïtes

dans l'intestin de *Eupagurus Prideauxi* en les attribuant sans certitude à l'*Aggregata vagans*.

Sortis de la spore, les sporozoïtes d'*Eucoccidium eberthi* restent immobiles dans le tube digestif du *Portunus*. Par contre, dans l'intestin d'un *Stenorhynchus* ou d'un *Inachus* ils sont très mobiles et ne tardent pas à pénétrer dans les cellules de l'épithélium intestinal où ils se placent soit en avant, soit en arrière du noyau, d'abord arrêtés, semble-t-il, par l'épaisse basale. Au bout de quelques jours leur extrémité postérieure se renfle et consécutivement la chromatine de leur noyau se condense et devient massive. Puis le parasite s'arrondit et paraît atteindre rapidement, après des transformations que nous n'avons pas suivies en détail, un stade massif coccidiforme à noyau sphérique pourvu d'une membrane chromatique et d'un karyosome central.

Nous n'avons pas encore suivi plus loin l'évolution du parasite en infection artificielle, mais nous pouvons facilement la concevoir puisque, à partir de là. nous connaissons tout le reste du développement ainsi que nous l'avons décrit chez *Aggregata vagans*. En s'accroissant, le parasite traverse la basale et passe dans la couche lymphoïde périintestinale où se continue l'évolution.

Chez *Aggregata vagans*, la multiplication nucléaire ne commence qu'au terme de la croissance de la Grégarine qui reste toujours solitaire ainsi que l'a bien vu G. Smith chez l'*Inachus*. Le noyau, pourvu d'un karyosome complexe, à zone centrale réticulée, donne directement par une division multiple un certain nombre de noyaux qui gagnent la périphérie, se multiplient et s'ordonnent le long des bords d'îlots cytoplasmiques serpentiformes. Ceux-ci en s'étranglant donnent finalement les rosaces à sporozoïtes nus, groupés autour de reliquats sphériques.

Avec ces résultats, il nous semble difficile d'accepter encore les relations admises entre les *Aggregata* cœlomiques des Crustacés et les Polycystidées intestinales qu'on trouve chez les mêmes hôtes. Ces deux formes de Grégarines doivent correspondre à deux parasites distincts : les unes ne franchissant jamais la basale suivraient dans l'intestin l'évolution ordinaire d'une Grégarine polycystidée; les autres passent dans le cœlome pour donner des mérozoïtes qui sont le point de départ des formes sexuées parasites des Céphalopodes (*Eucoccidium*[1]).

A l'appui de cette manière de voir, signalons que certains Crustacés (*Pagurus striatus, Inachus*) sont seulement infestés de kystes cœlomiques, alors que d'autres (*Homarus, Gammarus, Athanas*) ne montrent que des Polycystidées intestinales et qu'enfin là où existent les formes cœlomique et intestinale (*Eupagurus Prideauxi*) nous avons observé dans l'intestin de

(1) Th. Moroff à qui nous avions communiqué nos résultats nous prie de dire qu'il vient de les vérifier sur l'*Eucoccidium Jacquemeti* dont les spores s'ouvrent dans l'intestin de *Portunus corrugatus*.

l'hôte des kystes de conjugaison formés par les Polycystidées précocement accouplées.

Cette séparation des deux formes ne doit pas faire renoncer à l'hypothèse d'un hôte intermédiaire pour les Polycystidées intestinales, car nous avons constaté chez *Porospora* la fréquence de kystes solitaires dont le développement rappelle de près celui des *Agreggata*.

Quoi qu'il en soit, nous croyons pouvoir conclure de nos recherches que les prétendues Coccidies des Céphalopodes et les kystes cœlomiques des Crustacés appartiennent au cycle d'une même Grégarine digénétique. En conséquence, les *Eucoccidium* (anciennement *Klossia*, *Benedenia*, *Légeria*) doivent rentrer dans le genre *Aggregata* Frenzel.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les rapports des états émotifs et des états d'infection.* Note de M. **VASCHIDE.**

L'étude expérimentale des conditions psychophysiologiques des émotions a été délimité involontairement dans la démonstration de quelques postulats philosophiques. Sans discuter les théories des émotions, je désirerais apporter quelques documents et quelques faits sur les rapports des états émotifs et des états d'infection biologique.

Mes recherches ont consisté à préciser et à déterminer, en dehors de la nature et de la forme des modifications vaso-motrices dans les états émotifs et dans les états d'infection, dans quelle mesure l'infection biologique se manifeste dans les processus émotifs.

On sait le rôle capital des leucocytes dans les processus pathologiques d'infection. Les derniers travaux sur la morphologie sanguine nous ont amplement renseigné sur les processus évolutifs des leucocytes et particulièrement sur la proportion de différentes variétés de globules blancs du sang humain. Pour la technique je renvoie surtout aux travaux de J. Joly et de Lœpper en France, à ceux d'Erlich en Allemagne. Tout état d'infection se caractérise, presque selon tous les auteurs, par une augmentation des leucocytes et particulièrement (selon certains auteurs) par l'augmentation du chiffre des leucocytes à noyau polymorphe.

Dans mes recherches sur la psychophysiologie des émotions j'ai choisi des émotions-chocs qui n'avaient rien des émotions factices et artificielles de Laboratoire [1]. J'ai toujours cherché, et cela depuis des années, à saisir des émotions vraies, des réactions réelles et

(1) N. VASCHIDE et CL. VURPAS. *Recherches expérimentales sur la psychophysiologie des vaso-moteurs dans les troubles psychopathiques.* (*Comptes rendus du XIVe Congrès, Académ. de Médecine, Madrid*, avril 1904. Section de Physiologie, p. 39-43.)

sincères de la vie, avec tous ses processus caractéristiques. Je crois avoir expérimenté en dehors de toute cause d'erreur et, comme technique globulimétrique, en dehors de celle de Erlich, j'ai utilisé spécialement les conseils de Joly (In *Archives de Méd. Expériment. et Anat. Pathologique*, 1er *juillet* 1896). Mes recherches ont porté surtout sur des sujets adultes normaux, mais j'ai pu expérimenter aussi sur des enfants et des vieillards, éliminant de mes résultats tous les cas où on pouvait supposer une tare pathologique quelconque. De nombreuses observations ont été faites sur les aliénés — des circulaires surtout — et sur des névropathes. Sur plus de 200 déterminations sur des sujets normaux j'ai retenu comme exemptes de toutes causes d'erreurs appréciables seulement 119.

Il résulte de mes recherches :

1° Dans les états émotifs durables, à la suite d'une émotion-choc, on constate, en dehors de toute qualité émotionnelle, une augmentation du chiffre des leucocytes à noyau polymorphe. Dans certains états provoqués par des émotions profondes, comme par exemple la perte d'un être aimé, des perturbations sentimentales intimes, etc., j'ai trouvé, immédiatement après le choc, même pendant les premiers jours suivants, une augmentation de polynucléaires de 70,4 p. 100. Dans un seul cas, j'ai pu trouver même une augmentation égale à 79,5 p. 100, tandis qu'à l'état normal et quelque temps après la secousse émotive, leur nombre ne dépasse guère 60 ou 61, 3 p. 100, chiffre d'ailleurs très normal selon les auteurs. Cette augmentation a été constatée même chez les enfants, chez lesquels on sait que le nombre des leucocytes à noyau polymorphe est relativement plus réduit ; chez les vieillards l'augmentation est encore plus notoire.

2° L'augmentation des polynucléaires subsiste et elle est plus intense surtout dans les états émotifs dépressifs, tristes, douloureux, accompagnés des phénomènes d'angoisse et de tous les processus psychiques des émotions-chocs.

3° L'apparition des polynucléaires est indépendante des phénomènes de vaso-constriction ou de vaso-dilatation ; elle constitue un phénomène concomitant des troubles vaso-moteurs et dont l'apparition ne semble se manifester qu'à la suite de l'intoxication mentale préalable.

4° Il existe des émotions intenses qui ne laissent aucune empreinte sur la morphologie sanguine, de même qu'elles n'en laissent aucune spécifique sur le tracé graphique, comme par exemple les émotions abstraites, celles de la création intellectuelle, de l'extase, des états mystiques, etc.

Mes recherches, dont je viens de donner sommairement les conclusions les plus importantes, trouvent une large confirmation dans la

pathologie expérimentale. L'étiologie émotionnelle est démontrée dans de nombreuses maladies comme le diabète sucré ou insipide, le goitre exophtalmique, la chlorose, la purpura hémorragique, la maladie de Parkinson, certaines dermatoses, certaines chorées, l'hystérie, l'épilepsie, etc. et tous les nombreux troubles psychopathiques. Quand on songe d'autre part au fait que tout état d'infection organique ou passagère est accompagné presque nécessairement de l'émotivité, quand on se rappelle l'émotivité des débiles, des arriérés, des malades, des vieillards, on peut comprendre les rapports biologiques intimes qui lient tout état d'infection avec les états émotifs. On arrive ainsi à induire que l'émotivité est une réaction nuisible au bien-être biologique. L'homme soit-disant normal et moyen paraît être moins émotif et le jeu harmonieux de ses fonctions n'exige guère l'appel de ces délicieux poisons, les états émotifs qui nous affaiblissent et qui diminuent toujours nôtre vitalité. Il y a des émotions pourtant qui, tout en nous laissant des empreintes troublantes, nous aimons à rechercher comme les poisons. Connaissant plus intimement le mécanisme de ces troubles, on pourra un jour essayer une thérapeutique des états émotifs, sources de troubles notoires et souvent insaisissables.

PATHOLOGIE. — *Sur l'infection expérimentale par le* Trypanosoma Brucei *Destruction du parasite dans la rate.* Note de MM. **A. Rodet** et **G. Vallet**, présentée par M. A. Chauveau.

Nous avons étudié la maladie expérimentale déterminée chez le chien et chez le rat par le *Trypanosoma Brucei*. Nous désirons attirer, dans cette Note, l'attention sur un point saillant de nos observations, qui ont porté sur 60 animaux.

Les trypanosomes se détruisent dans la rate.

Si, chez un sujet (chien ou rat) injecté par le *Trypanosoma Brucei* et mort avec un très grand nombre de parasites dans le sang, on recherche les trypanosomes dans la rate, en faisant, avec la pulpe de cet organe, des frottis que l'on colore soigneusement au giemsa, on est frappé du contraste qui existe entre ces préparations et celles du sang. Alors que ces dernières fourmillent de trypanosomes, on n'en voit d'abord aucun dans les préparations de rate; mais un examen attentif permet d'y reconnaître la présence de petits éléments ronds ou elliptiques, offrant exactement les caractères de structure et de coloration des noyaux des trypanosomes. Manifestement ce sont des parasites réduits à leurs noyaux; ceux-ci sont parfois en nombre considérable, émaillant d'une manière élégante les points les plus clairs de la préparation. On peut aussi distinguer quelque-

fois, mais en nombre toujours restreint, des trypanosomes vaguement reconnaissables à leurs contours, pâles, granuleux, sans flagelle ni centrosome colorés. Ces éléments ne se rencontrent guère que dans les points de la préparation où les globules rouges du sang abondent et le plus souvent on n'aperçoit que des noyaux libres, au milieu des éléments normaux de la rate.

Il ne s'agit pas seulement là d'un phénomène cadavérique : la rate d'un animal *sacrifié* à une période où son sang est très riche en parasites donne des préparations présentant exactement l'aspect qui vient d'être décrit. Bien mieux, en examinant l'état de la rate à tous les stades de l'infection, soit chez le chien en pratiquant des ponctions de l'organe, soit chez le rat en sacrifiant les sujets à divers intervalles à partir du jour de l'inoculation, nous avons pu nous convaincre qu'il s'agit d'un processus très précoce. Dès le début de l'infection, on est frappé de l'absence des trypanosomes dans les frottis de rate, mais une recherche patiente permet d'y déceler quelques noyaux libres.

Les trypanosomes sont donc manifestement dans la rate l'objet d'une désintégration. Ce sont les flagelles et les centrosomes qui paraissent les premiers se détruire, puis le corps protoplasmique semble se fondre graduellement, les noyaux résistent davantage et restent les seuls vestiges.

Rien ne nous autorise à dire que les phagocytes participent à ce phénomène ; nous n'avons jamais réussi à saisir dans les frottis de rate, qui donnent pourtant des préparations composées en grande partie de mononucléaires, un rapport évident entre les trypanosomes en voie de désintégration et les éléments cellulaires. *Nous estimons qu'il s'agit d'une trypanolyse extracellulaire.*

Le pouvoir destructeur de la rate vis-à-vis des trypanosomes peut d'ailleurs se manifester in vitro : ayant obtenu, par broiement aseptique d'une rate de chien sain, une petite quantité de suc, nous avons introduit dans ce liquide une trace de sang riche en trypanosomes. Ceux-ci se sont immobilisés assez rapidement ; au bout de 20^h, ils étaient réduits au noyau. Dans une préparation témoin ils étaient encore légèrement mobiles après 20^h et non déformés.

Plusieurs observations nous permettent d'ajouter que, dans les ganglions lymphatiques, et peut-être aussi dans le tissu lymphoïde de l'intestin, s'opère également une destruction suivant le même mode que dans la rate.

Rien de semblable ne se passe dans le foie ou, du moins, s'il se fait une certaine destruction dans cet organe, elle est infiniment plus réduite et moins intense que dans la rate.

Outre la trypanolyse qui s'opère dans la rate et dans quelques autres

tissus, les parasites peuvent être aussi l'objet d'un processus de désintégration dans les vaisseaux sanguins, par suite d'une propriété trypanolytique acquise au cours de l'infection.

Conclusions. — Dans le cours des infections à trypanosomes, du moins dans l'infection par le *Trypanosoma Brucei*, la rate et accessoirement les autres organes lymphoïdes, constituent des foyers de destruction intense des parasites. La rate est douée d'un énergique pouvoir trypanolytique. Le rôle de défense de cet organe contre les agents infectieux apparaît ici avec évidence.

PATHOLOGIE. — *Sur l'importance pathogénique des adénopathies bronchiques.* Note de M. **Gabriel Arthaud** présentée par M. Lannelongue.

Dans ces dernières années les recherches de radioscopie ont en quelque sorte imposé l'idée de la fréquence des adénopathies bronchiques.

En raison de cette fréquence nous avons été amené à rechercher d'une façon systématique, par la percussion ou tout autre moyen, l'existence des indurations ganglionnaires péribronchiques dans une foule de cas où cette exploration n'était ordinairement que très rarement tentée. Cette habitude nous a conduit à des constatations intéressantes que cette Note a pour but de résumer, car nous pensons que les conclusions qu'elles évoquent peuvent apporter une grande clarté dans la pathogénie encore obscure de certaines affections.

1° Le premier groupe de faits nous est fourni par les *pleurésies interlobaires.* — L'épidémie de grippe actuellement régnante nous a fourni une dizaine de cas de ce genre dans lesquels l'exploration attentive nous a permis de constater que, dans tous les cas, la pleurésie interlobaire s'était développée à la suite d'un engorgement ganglionnaire péribronchique. La suppuration des ganglions indurés dont il était facile de suivre les progrès successifs par une percussion souvent réitérée a été dans tous les cas, sans exception, la cause initiale de ces épanchements pleuraux. Sans vouloir généraliser outre mesure, il est permis cependant, comme nous le croyons, de penser que souvent cette pathogénie doit être la même.

2° L'*adénopathie bronchique* nous avait déjà paru depuis longtemps capable de jouer un rôle dans l'éclosion de la maladie de Graves ou de Basedow. Nous avions déjà en 1895 (Thèse de Médecine) signalé des cas de ce genre, les considérant toutefois comme des exceptions pathologiques. Depuis cette époque, cependant, nous n'avons jamais manqué de rechercher dans le goitre ordinaire et dans le goitre exopthalmique l'existence de ganglions péribronchiques.

Sur un nombre de cas qui est considérable, puisque dans la seule année 1905 le chiffre d'observations faites est de près de 200, nous n'avons jamais trouvé d'exception à la règle que nous avons indiquée, dans notre communication sur le travail du cœur au Congrès de Médecine de 1905, à savoir que toujours il y avait adénopathie bronchique dans le goitre exopthalmique, principalement dans les groupes antérieurs, ce qui rapprocherait nos observations des faits d'engorgement des ganglions prépectoraux constatés par quelques vétérinaires dans des cas de maladie de Basedow.

Il est en outre remarquable de signaler que chez un dixième de malades environ, le goitre et l'exopthalmie étaient notoirement prédominants d'un côté, sinon à peu près entièrement localisés à ce côté. Toujours en pareil cas l'adénopathie était unilatérale et située du côté où les troubles se manifestaient. Sans vouloir élucider la question de la pathogénie du goitre exopthalmique en la fondant uniquement sur les compressions nerveuses du sympathique à l'exemple de Piorry, ce que des expériences en cours nous permettront peut-être de faire, nous pouvons cependant considérer la coexistence constante du goitre et de l'adénopathie comme une indication de grande valeur.

3° Le troisième ordre de faits que nous avons étudiés est relatif à la *coqueluche*. On connaît depuis longtemps les similitudes qui existent entre le syndrome de l'adénopathie bronchique et l'ensemble symptomatique de la coqueluche.

La seule différence réelle qui sépare les deux affections est surtout l'allure épidémique de la coqueluche et son appareil fébrile. — Depuis quatre ou cinq ans, la coqueluche épidémique a été assez fréquente et nous avons pu en observer un grand nombre de cas. — De même que pour le goitre exopthalmique, nous avons recherché avec soin l'existence des ganglions bronchiques et nous avons pu constater que *sans exception*, dans la coqueluche, il y a toujours adénopathie.

Cette constatation est importante, car elle semble nous prouver que, s'il faut conserver dans le cadre nosographique la maladie appelée coqueluche, elle doit à l'adénopathie bronchique et non à sa spécificité l'ensemble de ses caractères les mieux tranchés.

PATHOLOGIE. — *Sur la fréquence et le rôle étiologique probable de l'*Uncinaria americana *dans le béribéri.*

Note de M. **F. Noc**, présentée par M. E. Roux.

Du 3 janvier au 8 avril 1906, en examinant 77 cas de béribéri chez des

Chinois et des Annamites à l'hôpital indigène de Choquan, près de Saïgon, j'ai rencontré 74 fois, dans les déjections de ces malades, une grande quantité d'œufs d'un nématode que j'ai identifié à l'*Uncinaria americana* (Stiles).

J'ai retrouvé 17 fois le même parasite sur 82 sujets de race annamite qui, sans être atteints de béribéri, vivaient dans un milieu où cette affection sévit à l'état endémique ou étaient en contact immédiat avec des malades.

Par contre, je ne l'ai jamais rencontré dans les déjections de 31 Européens souffrant de troubles intestinaux divers (diarrhée, dysenterie).

Bien que n'ayant pas fait l'étude clinique de l'Uncinariose américaine, Stiles indique que cette maladie est caractérisée par de l'œdème de la face et des membres inférieurs, de l'hydroposie et des troubles nerveux. On l'observe principalement chez les nègres des plantations américaines dans la zone tropicale.

Or ces symptômes sont exactement les mêmes que ceux du *béribéri*, si commun en Indochine et en Malaisie.

A l'autopsie des sujets morts de béribéri, on constate toujours des lésions de gastro-duodénite, sur lesquelles H. Wright, puis Angier et Pujol ont eu le mérite d'insister. Or, toutes les fois qu'il existe du piqueté hémorrhagique aux alentours du pylore, une recherche minutieuse permet de retrouver l'*Uncinaria americana*.

Actuellement trois théories se disputent la pathogénie du béribéri :

1° L'une attribue cette affection à une toxine produite par un microbe résidant dans le sol (Masson).

2° La seconde, due à Wright, incrimine un parasite qui, développé dans le tube digestif, sécréterait une toxine particulièrement active.

3° D'après la troisième, le béribéri serait dû à une intoxication alimentaire et frapperait surtout les mangeurs de riz.

Les expériences que je poursuis actuellement m'inclinent à penser que l'*Uncinaria americana* joue un rôle capital dans l'étiologie de cette affection. La larve enkystée du parasite vit dans le sol et pénètre dans l'organisme humain soit par la bouche, soit le plus souvent par la peau, épargnant ainsi les Européens et frappant surtout les Orientaux qui marchent pieds nus.

Le traitement par le thymol, qui permet d'éliminer les parasites, améliore avec une rapidité surprenante l'état des malades. La douleur épigastrique, la dyspnée et les fourmillements cessent avec l'expulsion des vers.

L'œdème diminue et les symptômes nerveux ne tardent pas à s'amender.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les contradictions de l'érosion glaciaire.* Note de M. **Jean Brunhes**, présentée par M. de Lapparent.

Depuis qu'en 1899, au Congrès international de Géographie de Berlin, A. Penck a fait sa communication retentissante sur l'*Uebertiefung* ou *surcreusement* des vallées alpines par les glaciers, on a multiplié de toutes parts les observations, les mesures, les forages, les levés topographiques, afin de mieux connaître les véritables causes et conditions de l'écoulement de la glace et de l'érosion glaciaire. Les glaciers, après avoir été longtemps considérés comme des agents conservateurs, ont donc été réintégrés dans la catégorie des plus puissants agents du modelé topographique. Certains faits donnent à notre sens entièrement et définitivement raison à cette interprétation nouvelle ; et pourtant d'autres faits demeurent malaisément conciliables avec ceux-là. Rappelant d'un mot les observations et explorations faites par J. Vallot *sous* l'extrémité de la Mer de Glace, les cas nombreux de très restreinte action érosive glaciaire groupés par le Professeur Tarr, etc., nous voulons surtout signaler deux séries de contradictions morphologiques, générales et essentielles.

L'un des phénomènes qui dénotent le mieux et le plus souvent le rôle du glacier comme *surcreuseur*, c'est le manque de correspondance actuelle entre les vallées affluentes et la vallée principale, déterminant une *Mündungsstufe* ou *gradin de confluence*. Les gradins de confluence abondent indiscutablement dans les hautes vallées alpines : Inn, Rhin, Rhône, Isère, Adige, etc. ; et les cours d'eau, affluents actuels de la vallée principale, franchissent ces gradins soit par des cascades, soit par des gorges.

D'autre part les anciennes vallées glaciaires sont souvent encombrées de protubérances, de bosses, que le glacier s'est contenté de raboter. Négligeant tous ceux de ces faits qui pourraient être regardés comme de simples accidents (collines de Sion, par exemple), nous constatons qu'outre les buttes isolées se rencontrent par places, dans ces mêmes vallées, de vraies barres rocheuses transversales, tel ce banc calcaire en aval de Saint-Maurice (Valais). La plus considérable et la plus énigmatique de ces barres rocheuses est le fameux Kirchet de la vallée de l'Aar, que tant de géographes et de géologues ont cherché à expliquer comme une anomalie et qui nous paraît devoir être bien plutôt considéré comme un exemple saillant, caractérisé et complexe de ces barres que le glacier a respectées en plein cours. — Si par ailleurs la présence de tels ou tels mamelons ou pitons peut être attribuée à la résistance exceptionnelle de telle ou telle roche, il n'en est pas de même de buttes nombreuses et constituées de simples terrains d'éboulement, comme les buttes de Sierre ; que devient le pouvoir de « surcreusement », si le glacier n'a pas même réussi à

balayer de son lit les témoins fragiles d'un éboulement qui est pour le moins antérieur à la dernière grande glaciation ?

L'érosion par le glacier se révèle ici grandiose, là très faible ; elle nous apparaît en tout état de cause comme un fait discontinu.

Si nous observons maintenant le profil transversal des vallées glaciaires et des vallées torrentielles, nous constatons qu'il n'est pas faux d'attribuer *dans l'ensemble* aux premières une forme en U et aux secondes une forme en V. Toutefois l'examen détaillé révèle une très importante contradiction. N'est-il pas véritable que c'est le cours d'eau qui, lors de son premier travail, ne s'occupe guère que d'approfondir son lit, déterminant des pentes latérales si raides qu'elles sont même parfois verticales ? Si l'on parle de vallées en U, ce sont d'abord les vallées fluviales qui doivent entrer dans cette catégorie, et, entre toutes, celles qui sont dites cañons, cañon de la Sarine, cañon du Tarn, cañons du Hoang-ho, etc. A mesure que l'érosion poursuit son œuvre, les versants sont aplanis, et la forme en V apparaît de plus en plus nette. Mais n'est-il pas curieux de noter que le profil caractéristique des vallées glaciaires est le profil caractéristique des vallées fluviales ?

Bien plus, si l'on analyse, au point de vue topographique, les formes non plus seulement de la vallée, mais du lit même d'un petit ruisseau qui commence à se constituer un chenal propre, on voit que ce chenal se décompose en une série de petits paliers, et que la plupart de ces petits paliers comporte une figuration topographique à courbes fermées tout à fait analogue à la figuration d'un « trog » glaciaire. J'ai exécuté non seulement des levés, mais des reliefs authentiques de ces premières formes élémentaires d'un chenal torrentiel ; ces petits reliefs, qui représentent la réalité en grandeur naturelle, pourraient et devraient être pris pour des reliefs à 1 : 5.000 ou 1 : 10.000 de portions de vallées glaciaires.

Quelle que soit l'interprétation qu'on en puisse chercher, ce sont là, on doit le reconnaître, des données également certaines et sinon radicalement inconciliables, du moins apparemment contradictoires. Et la première conclusion à en tirer s'accorderait avec la remarque très juste par laquelle l'éminent géographe américain W.-M. Davis terminait un de ses plus récents exposés en faveur du « surcreusement » : « Les méthodes d'érosion du glacier ne sont pas encore parfaitement comprises [1]. »

---

(1) *The Sculpture of Montains by glaciers.* (*The Scottish Geographical Magazine*, february 1906).

HYDROLOGIE. — *Sur le degré de minéralisation des eaux souterraines.* Note de M. F. DIENERT, présentée par M. Carnot.

On admet généralement qu'une eau souterraine est d'autant plus riche en chaux, et par conséquent d'autant plus minéralisée, qu'elle a un contact plus prolongé avec le sol. M. Janet a même proposé, pour étudier la circulation souterraine d'un périmètre, de mesurer dans tous les puits le degré hydrotymétrique et de rejoindre par des lignes les puits ayant la même composition calcaire.

Ces lignes constituaient ce qu'il proposait d'appeler des courbes *isograd-hydrotimétriques*. En réalité cette opinion est mal fondée et le facteur important dans la dissolution du carbonate de chaux est le gaz carbonique. Les eaux de source, à leur sortie de terre, renferment en dissolution le gaz carbonique à la même pression que dans l'atmosphère souterraine (abstraction faite des eaux minérales recevant le gaz carbonique provenant du centre de la terre par des failles profondes). Si, en prenant les précautions d'usage, on emplit complètement un flacon avec de l'eau de source immédiatement à sa sortie de terre, et si ce flacon contient au préalable du carbonate de chaux en poudre il y aura dissolution de calcaire par agitation fréquente,. si l'eau ne renferme pas son maximum de Co^3Ca dans les conditions de tension du gaz carbonique dissous. L'expérience démontre que, ende hors des crues, les eaux souterraines renferment leur maximum de calcaire.

Voici les résultats de quelques expériences faites en collaboration avec M. Etrillard.

Les sources sur lesquelles nous avons expérimenté sont celles que la ville de Paris a captées dans la vallée du Loing et surtout de la craie sénonienne. Les flacons étaient complètement remplis d'eau en laissant tomber le bouchon émeri une fois le flacon plein. On complétait la fermeture hermétique avec de la paraffine. La fermeture complète des flacons est indispensable; car, à l'air libre, le carbonate de chaux en poudre favorise le départ du gaz carbonique comme nous nous en sommes assurés dans maintes circonstances.

A chaque source on prenait trois flacons : le premier était analysé immédiatement au laboratoire, le deuxième était analysé au bout de quinze jours, enfin le troisième, contenant du carbonate de chaux pur en poudre, était fréquemment agité et analysé au bout de quinze jours. Ces deux derniers flacons étaient placés à l'obscurité.

Voici les résultats obtenus.

SOURCES	1er FLACON Analyse immédiate résistivité en ohms à 18°	alcalinité en mms CO³Ca	2e FLACON Analyse au bout de 15 jrs résistivité en ohms à 18°	alcalinité en mms CO³Ca	3e FLACON + CO³Ca Analyse au bout de 15 jrs résistivité en ohms à 18°	alcalinité en mms CO³Ca
Chaintreauville	2720	195	2712	195	2708	195
La Joie	2730	192	2712	192	2712	192
Sel	2425	226	2418	226	2415	226
Bignons de Bourron	2425	226	2422	226	2415	226

Les petites variations observées restent dans la limite des erreurs possibles. La proportion de carbonate de chaux est différente avec les différentes sources, la résistivité électrique est également distincte et cependant, en présence de carbonate de chaux en poudre, il n'y a aucun gain en calcaire. Nous en tirons cette conclusion que, : *dans le sol, en dehors des crues, c'est-à-dire pendant une période normale, les eaux souterraines sont minéralisées au maximum.*

Déjà cette conclusion avait été émise par nous en nous appuyant sur la loi de Dausse. La résistivité électrique des eaux des sources indiquées sur le tableau ci-dessus est très constante. On sait, d'après la loi de Dausse, facilement vérifiable à la Vanne par exemple, que les eaux d'été ne profitent pas aux sources. Avant les pluies d'hiver, les eaux souterraines ont un contact très prolongé avec le sol, contact qui peut atteindre une durée de trois mois. Ce séjour prolongé des eaux devrait avoir pour effet d'augmenter progressivement la conductibilité électrique d'une façon très sensible. L'expérience montre qu'il n'en est pas ainsi et que, pendant la période sèche, le degré de minéralisation demeure très constant. Il faut donc en déduire que ce degré de minéralisation est maximum et qu'il ne peut y avoir une dissolution plus grande de carbonate de chaux par contact prolongé.

Les variations de degré hydrotimétrique, qu'on trouve dans les différents puits d'une région, tiennent surtout aux infiltrations des eaux de fumiers et autres liquides très riches en matières organiques et en sels. La matière organique peut fournir un excès de gaz carbonique, qui modifie localement les conditions de minéralisation des eaux. Le dosage des chlorures et des nitrates permet, dans les terrains sédimentaires comme le crétacé ou le jurassique, d'éliminer tous les puits contaminés. Dans la région de l'Avre nous avons reconnu que 80 p. 100 des puits sont ainsi contaminés.

Comme le degré de minéralisation d'une eau souterraine est maximum

en temps normal et variable suivant les régions, on peut s'en servir pour la délimitation grossière d'un périmètre d'alimentation, en énonçant ce principe : *Le degré de minéralisation d'une eau souterraine est variable sur toute l'étendue d'un vaste périmètre d'alimentation. On peut délimiter ce périmètre en une série de zones ayant chacune un certain degré de minéralisation. En comparant ces zones avec le degré de minéralisation des sources à l'alimentation desquelles elles peuvent contribuer, on peut avoir un premier aperçu sur le périmètre probable de ces sources, ce qui permet de mieux choisir les points où on doit faire des expériences avec les matières colorantes.*

M. **Armand Vivien** adresse une note traitant de *deux cas de guérison de l'albuminurie chez des femmes enceintes par le phosphate de fer et d'un cas de guérison de diabète par le phosphate de soude.*

A 4 h. 1/4 l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 h. 1/2.

M. B.

ERRATA

(Séance du 23 avril 1906.)

Note de M. *A. Lacroix :* Sur l'éruption du Vésuve et en particulier sur les phénomènes explosifs.

Page 942, ligne 19, *au lieu de* 500 mètres, *lisez* 600 mètres.
— 943, — 3, — $0^m,60$ — $0^m,70$.
— 944, — 1, — volent — restent.
— 26, — andésiste — andésite.

(Séance du 7 mai 1906.)

Note de M. *A. Lacroix :* Les conglomérats des explosions vulcaniennes du Vésuve, leurs minéraux, leur comparaison avec les conglomérats trachytiques du Mont Dore.

Page 1021, ligne 9, *au lieu de* arrachés des roches *in situ*, mais parfois à des turfs, *lisez :* arrachés à des roches *in situ*, mais parfois à des tufs.
— — — 29, *au lieu de* sphérohématite, *lisez* sphène, hématite.
— 1022, — 10, *au lieu de* produit, *lisez* fourni.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 5 JUIN 1906,

PRÉSIDÉE PAR M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'utilisation des tourbières pour la production intensive des nitrates.* Note de MM. **A. Müntz** et **E. Lainé**.

Après avoir établi [1] que les terres riches en matière organique sont particulièrement aptes à la production intensive des nitrates, nous avons cherché si la tourbe, résidu de la décomposition des végétaux au sein de l'eau et constituée presque exclusivement par de la substance carbonée, formait un support favorable à l'activité des microbes nitrifiants.

Des tourbes, à des états de décomposition différents, tourbe mousseuse de Hollande, employée comme litière, tourbes spongieuses de surface, ou tourbes compactes de fond, prises dans les tourbières de l'Yonne et de la Somme, ont été expérimentées dans ce but. Divisées en fragments, mélangées de calcaire et ensemencées d'organismes vivaces, puis additionnées de sulfate d'ammoniaque, elles sont devenues le siège d'une nitrification extraordinairement active, dépassant de beaucoup ce que nous avaient donné les matériaux que nous avions employés jusqu'à présent.

En effet, dans nos précédentes études [2], nous avions obtenu le maximum d'intensité nitrifiante en déversant par intermittences une solution

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 430.

(2) *Ibid.*, t. CXLI, p. 861.

de sel ammoniacal sur du noir animal en grains. Une installation de 1 mètre cube nous donnait

0^{kg},800 de nitrate par jour,

et, par suite, une nitrière de 1 hectare de superficie pouvait permettre d'obtenir

5800 tonnes de nitrate par an.

Ces quantités, déjà très fortes, ont été considérablement augmentées par la substitution des tourbes au noir animal. En effet, la proportion de nitrates formés en 24 heures à été de

6^{kg},550

par mètre cube, soit 8 fois supérieure, ce qui conduirait pour une nitrière d'un hectare à environ

48000 tonnes de nitrate par an.

Nous étions habitués à voir dans la nitrification un phénomène d'une grande lenteur. Par l'emploi d'un support de tourbe, nous avons réussi à lui imprimer une rapidité telle qu'elle peut se comparer à la fermentation alcoolique tumultueuse. D'après Boussingault [1] les nitrières artificielles donnaient en deux ans 5^{kg} de salpêtre brut par mètre cube; c'est moins que ce que nous donne la tourbe en 24 heures. L'activité nitrifiante que nous obtenons est donc plus de 1000 fois supérieure à celle des anciennes nitrières.

Toutes les tourbes se sont montrées très actives; celles qui sont légères et spongieuses, de décomposition moins avancée, offrent cependant une certaine supériorité, probablement parce qu'elles permettent une plus active circulation de l'air, que le déplacement des liquides s'y fait d'une façon plus méthodique, et que les zooglées trouvent à se fixer sur la surface énorme que présentent les filaments. Les organismes restent attachés à ce support de tourbe et fonctionnent indéfiniment, si l'on continue à les alimenter. Le liquide nitrifié sort limpide à la partie inférieure sans entraîner le ferment.

Nous avons maintenant la possibilité de réaliser, avec une installation relativement restreinte, et en un temps très court, la transformation d'énormes quantités de sels ammoniacaux en nitrates. Mais en opérant

(1) *Agronomie, Chimie agricole et Physiologie*, t. II, p. 43.

comme nous l'avons dit, par le déversement d'une solution de sulfate d'ammoniaque sur la tourbe servant de support aux organismes nitrifiants, nous sommes obligés, pour ne pas contrarier le fonctionnement de ces derniers, de nous servir d'une solution ammoniacale assez étendue, soit 7gr,5 de sulfate d'ammoniaque par litre, donnant une solution d'environ 1 p. 100 de nitrate, trop étendue pour pouvoir être concentrée économiquement.

Nos recherches ayant montré que la nitrification peut se continuer dans des solutions très chargées de nitrate, en contenant jusqu'à 22 p. 100, nous avons rajouté, aux solutions déjà nitrifiées, du sel ammoniacal et nous les avons fait repasser sur le lit oxydant et cela à plusieurs reprises, enrichissant graduellement le liquide en nitrate. Dans ce but, nous avons établi une série de nitrières de tourbe sur lesquelles passe successivement le même liquide qui, entre chaque passage d'une nitrière à la suivante, est additionné de sulfate d'ammoniaque. Le liquide se charge graduellement de nitrate et non d'ammoniaque, dont la dose ne devient à aucun moment assez élevée pour entraver le fonctionnememt des organismes nitrifiants. Nous avons ainsi obtenu les résultats suivants :

	1er passage.	2e passage.	3e passage.	4e passage.	5e passage.
	—	—	—	—	—
Nitrate par litre . .	8gr,2	17gr,4	25gr,4	32gr,9	41gr,7

Ce n'est pas encore là la limite possible de l'enrichissement, qui cependant est déjà tel qu'il réponde à une extraction économique. Il est donc possible, par ce procédé, d'obtenir non seulement une nitrification abondante, mais encore des solutions concentrées de nitrate. L'emploi de la tourbe comme support des organismes nitrificateurs (1) résout donc le problème de la production intensive du salpêtre.

L'activité de la nitrification, qui est un phénomène biologique, est fortement impressionnée par la chaleur. Dans les conditions dans lesquelles nous avons opéré, la température optima s'est montrée voisine de 30° et il est important de ne pas trop s'en éloigner. La question du combustible nécessaire pour entretenir la chaleur de la nitrière, ainsi que de celui qui

---

(1) Cette intensité dans les phénomènes d'oxydation nous a fait penser que la tourbe pouvait être également utilisée pour l'épuration des eaux d'égout. Nos recherches se poursuivent dans ce sens.

devra servir à l'évaporation des liquides, n'est pas à négliger. Aucun combustible n'est plus économique que la tourbe, qu'il suffit d'exploiter à ciel ouvert et de laisser sécher à l'air pour pouvoir l'utiliser. En établissant les nitrières sur les tourbières mêmes, on aurait donc en même temps les matériaux de la nitrière et le combustible. Ce sont deux éléments essentiels de la nitrification intensive; mais l'élément le plus important est la matière nitrifiable, c'est-à-dire la substance azotée, matière première de la formation du nitrate.

Nous nous sommes demandé si la tourbe ne pourrait pas aussi fournir cette matière nitrifiable. Elle contient de fortes quantités d'azote, jusqu'à 2 et 3 p. 100 de son poids sec. Mais, sous la forme que revêt cet azote, c'est-à-dire à l'état de combinaison humique, il est inerte; on ne peut donc pas faire nitrifier directement l'azote que la tourbe contient en si grande abondance. Mais peut-on le retirer sous la forme d'un sel ammoniacal pouvant servir ensuite de matière nitrifiable? C'est un point d'un grand intérêt pour le but que nous poursuivons. Si la réponse à cette question était affirmative, la tourbe fournirait tous les éléments de la production des nitrates.

L'idée d'utiliser les tourbes par l'industrie chimique est déjà ancienne; elle ne s'est guère répandue en France, mais d'autres pays, l'Allemagne notamment, ont fait des efforts heureux dans ce sens et des établissements industriels mettent en œuvre la tourbe pour en retirer du coke, des goudrons, de l'acide pyroligneux, de l'alcool méthylique, etc., et en outre un gaz combustible plus ou moins éclairant. Nous attachant exclusivement à l'obtention de produits azotés destinés à servir de matière première pour la fabrication des nitrates, nous avons été surpris de constater que, par la distillation, une faible partie seulement de l'azote de la tourbe se retrouvait à l'état d'eau ammoniacale. En effet, dans les ouvrages [1] qui traitent de la technique de la distillation des tourbes, nous constatons que les eaux ammoniacales obtenues contiennent à peine 1/10 de l'azote existant dans la tourbe. De notre côté, en distillant des tourbes compactes de la Somme, nous avons obtenu les résultats suivants :

	I	II
Azote existant dans la tourbe	2,03	2,03
— retrouvé dans les eaux ammoniacales.	0,392	0,378

[1] HAUSDING, *Handbuch der Torfgewinnung und Torfwertung.*

On comprend qu'avec ces faibles rendements on n'ait jusqu'à présent regardé que comme secondaire l'extraction, à l'état de sels ammoniacaux, de l'azote de la tourbe.

Le point de vue duquel nous avons envisagé la question nous portant à attribuer à l'azote une importance dominante, nous avons cherché les causes de cette déperdition et les moyens de l'éviter. Nous avons constaté que dans la distillation sèche, telle qu'on la pratique, le coke qui constitue environ 1/3 de la tourbe mise en œuvre, retient en combinaison de grandes quantités d'azote, à un état que nous n'avons pas encore pu déterminer.

Nous avons, en effet, trouvé en moyenne dans les cokes obtenus de tourbes de la Somme

1,28 d'azote p. 100.

C'est là une des causes du faible rendement en ammoniaque.

Au lieu de faire la distillation sèche, nous l'avons opérée dans un courant de vapeur d'eau surchauffée. Les résultats ont alors été tout autres et la presque totalité de l'azote de la tourbe a été obtenue à l'état d'ammoniaque, comme le montrent les chiffres suivants :

	I	II
Azote existant dans la tourbe	2,03	2,03
— retrouvé dans les eaux ammoniacales.	1,790	1,612

Pour que ces rendements soient obtenus, le charbon du coke doit avoir été entièrement oxydé par la vapeur d'eau ; on produit ainsi le mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène qu'on nomme dans l'industrie le gaz à l'eau, et qui vient s'ajouter aux gaz hydrocarbonés fournis au début du chauffage.

Cette opération a donc pour effet de donner la plus grande partie de l'ammoniaque correspondant à l'azote de la tourbe. Elle fournit en outre les goudrons et les autres produits pyrogénés de la distillation ; le coke est transformé en gaz combustible. Elle exige une plus grande quantité de chaleur, mais celle-ci peut être fournie par la tourbe elle-même et par les gaz produits. Quoi qu'il en soit, nous avons là la possibilité d'extraire de la tourbe, sous forme d'ammoniaque utilisable, l'azote inerte qu'elle renfermait.

Dès lors, la tourbe nous apparaît comme se prêtant particulièrement à la

production intensive des nitrates, constituant un support extrêmement favorable pour les organismes nitrifiants, produisant la chaleur nécessaire pour l'entretien de la température et pour l'évaporation, fournissant l'ammoniaque, matière première de la production des nitrates.

Les tourbières constituent des surfaces improductives, le plus souvent inexploitées, ou qu'on ne peut amener à l'état de terres de culture que par des travaux difficiles et coûteux. On peut dire qu'à l'heure qu'il est, on n'en tire qu'un faible parti et qu'elles sont une cause de pauvreté pour les régions qu'elles occupent. On voit, par ce qui précède, qu'elles constituent des réserves importantes de matières azotées. Un mètre cube de tourbe donne par la dessiccation 350^{kg} de matière sèche, qui renferment 2 p. 100 d'azote. En considérant une épaisseur de 1^m, on calcule que 1 hectare de tourbière peut renfermer $70\,000^{kg}$ d'azote immobilisé à un état inerte ; ce chiffre est souvent dépassé de beaucoup, car certaines tourbières ont une puissance de 5 à 6^m. Si l'on considère l'étendue des tourbières existant en France seulement, c'est par millions de tonnes que se chiffre la quantité d'azote organique qu'on pourrait retirer de cette matière actuellement sans valeur et transformer en nitrate par la méthode que nous venons d'indiquer. En France, où les tourbières sont relativement peu développées, il existe donc un stock d'azote qui pourrait fournir du nitrate en quantité telle qu'elle peut se comparer à celle des immenses gisements du Chili.

Dans d'autres pays, particulièrement dans ceux du Nord, les tourbières ont un développement beaucoup plus grand. Nous voyons donc la possibilité de produire du nitre en quantité pour ainsi dire illimitée et nous n'avons plus à nous préoccuper des entraves qui pourraient être mises à l'importation du nitre de l'Amérique du Sud, ou de l'épuisement de ses gisements.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les avalanches sèches et les torrents boueux de l'éruption récente du Vésuve.* Note de M. **A. Lacroix** (1).

Avalanches sèches. — J'ai appelé récemment l'attention de l'Académie sur les avalanches qui ont joué un rôle important dans les manifestations de l'éruption du Vésuve. Depuis lors, je me suis attaché à préciser le mécanisme et les conséquences de ce phénomène.

(1) Note présentée à la séance du 28 mai 1906.

Ces avalanches étaient constituées par des matériaux secs, rejetés par les explosions vulcaniennes. A de nombreuses reprises, je les ai vues se détacher de la base des épaisses volutes, caractéristiques de ces explosions et au niveau des bords du cratère ; une traînée légère de poussière les surmontait et subsistait pendant quelques minutes derrière elles. Le même phénomène a dû être beaucoup plus intense lors du paroxysme du 8 avril et dans les cinq jours suivants, qui ont précédé mes observations, néanmoins il ne constituait qu'un cas particulier d'un phénomène plus général.

Lors des grandes explosions, en effet, une partie seulement de matériaux rejetés a roulé ainsi immédiatement le long du cône ; une plus grande quantité s'est accumulée sur les bords du cratère et les pentes du cône pour former des brèches [1] très hétérogènes, où les gros blocs, les fragments de toutes tailles et la poussière fine sont mélangés chaotiquement. Le profil du cône n'est pas régulier ; à une petite distance du sommet, la pente s'accentue brusquement ; c'est particulièrement dans cette région que des ruptures d'équilibre n'ont pas tardé à se produire sous l'influence de causes diverses, donnant naissance à des glissements qui ont déterminé les véritables avalanches destructrices, celles par exemple qui ont emporté les deux gares du funiculaire. Au début de l'éruption, ces avalanches étaient constituées par des matériaux chauds ou réchauffés au contact des fissures du cône ou des coulées supérieures qu'ils avaient momentanément recouvertes.

Ces avalanches ont creusé à la surface du cône des couloirs profonds, qui, sur les flancs Ouest et Sud, c'est-à-dire du côté de la mer, sont distribués assez irrégulièrement ; leur forme n'est pas toujours symétrique, elle a dû être influencée par l'existence de ravins, de petites coulées de laves anciennes ou récentes qui ont facilité l'érosion. Mais, sur les flancs Nord et Nord-Est, c'est-à-dire dans la direction de l'Atrio del Cavallo et de la Valle dell' Inferno [2] au contraire, ces couloirs, véritables *barrancos*, tous recti-

---

[1] Dans ma précédente Note, j'ai employé le mot de conglomérat à cause de l'abondance des blocs arrondis que contient cette formation ; pour éviter toute équivoque dans la discussion donnée plus loin, il me paraît préférable d'employer la dénomination de *brèches* pour désigner ce qui a été produit à sec et celle de *conglomérats* pour le produit de leur remaniement par les eaux.

[2] L'Atrio del Cavallo et la Valle dell' Inferno sont actuellement recouverts d'une

lignes, ont une régularité parfaite; on les voit commencer sensiblement à la même altitude et se détacher d'une sorte de collier continu, qui entoure les bords du cratère et correspond à cette zone de moindre pente, dont il a été question plus haut. Ces couloirs, régulièrement espacés, sont séparés les uns des autres par un talus à arêtes tranchantes non moins régulier; ils donnent à cette partie du cône l'aspect d'une ombrelle entr'ouverte, qui rappelle celui de certains cônes de projection, bien connus des vulcanologistes (Açores, Java, etc.). Cette remarque ne manque pas d'intérêt, car, au Vésuve, cette structure me semble être incontestablement le résultat de ces avalanches sèches; il n'est pas nécessaire pour l'expliquer de faire intervenir l'action de l'eau, qui n'a pas tardé d'ailleurs à l'accentuer et aussi à la déformer.

Les torrents boueux. — Les grandes éruptions, à caractère explosif, du Vésuve ont été généralement accompagnées de torrents boueux dévastateurs; aussi, pouvait-on à priori s'attendre à voir ce phénomène se reproduire au cours de l'éruption actuelle. Dans cette prévision, j'avais pris mes dispositions pour en étudier les débuts, espérant ainsi compléter des observations commencées aux Antilles, où l'intensité des précipitations atmosphériques empêchait souvent de suivre à loisir les étapes successives de ce phénomène évoluant trop rapidement. L'intérêt de la question était encore accru par la nature différente des matériaux aux dépens desquels ces torrents boueux allaient se produire. Sur tout le massif du volcan, le sol était couvert par la poussière fine des dernières explosions; mais sur les flancs Nord et Nord-Est de la Somma, elle reposait sur la couche épaisse de lapillis, projetés lors du paroxysme du 8 avril, alors que sur le cône terminal elle recouvrait la brèche d'avalanches, riche en gros blocs.

Le mécanisme de la production des torrents boueux au cours d'une éruption est fort simple : à la suite de pluies tombées sur les hauteurs du volcan, les matériaux incohérents récents poreux absorbent une grande quantité d'eau; quand l'imbibition est suffisante, la masse tout entière se met en marche sur les pentes, dévale dans les vallées sous forme d'une pâte épaisse, qui s'avance souvent avec rapidité vers les régions basses,

---

couche épaisse de matériaux incohérents cachant complètement les coulées de lave anciennes ou récentes qui, avant l'éruption, en rendaient la surface si accidentée.

érodant, entraînant tout sur son passage. La lave boueuse s'arrête enfin et constitue par sa solidification un conglomérat à structure chaotique. C'est là le cas le plus simple, celui qui est réalisé quand la quantité de pluie n'est pas trop considérable; mais si elle continue à tomber en abondance après la mise en marche de la lave boueuse, celle-ci est suivie par une onde plus liquide qui la ravine d'abord, puis entame le vieux sol et va déposer plus ou moins loin des sédiments à stratification torrentielle.

Pour l'étude des torrents boueux devant charrier des matériaux de petites dimensions, la haute vallée du torrent d'Ottajano, que j'avais plus particulièrement étudiée en octobre dernier, m'a paru le meilleur champ d'observation. Son cours a été régularisé par le Génie civil, il présente une série de paliers à pentes douces, se terminant par un mur, élevé de quelques mètres, d'où le torrent tombe en cascades sur le palier suivant.

Dans la matinée du 21 avril, j'ai observé, pour la première fois, la production d'une lave boueuse, uniquement formée par des matériaux récents; elle s'est arrêtée à 250^m environ en amont des premières maisons d'Ottajano; son front, en forme de langue, ne remplissait qu'imparfaitement le lit du torrent. Sa marche a été évidemment arrêtée par un essorage rapide, dû à l'épaisseur des matériaux récents poreux encombrant le thalweg. Cette coulée boueuse avait environ 8^m de largeur et $0^m,75$ d'épaisseur à sa partie terminale; elle se détachait en noir d'encre sur les cendres blanches qui recouvraient uniformément la vallée.

Une fois solidifiée, elle possédait une structure d'une régularité théorique, rappelant les plus régulières de certaines coulées de laves fondues, épanchées à l'état très visqueux. Sa partie médiane, ayant environ 2^m de large, présentait des rides profondes, correspondant à des ondes successives, grossièrement concentriques; elle était symétriquement bordée par une surface plane, à laquelle succédait une série de gradins très réguliers, derniers témoins des niveaux successifs de la coulée en voie d'écoulement; de loin, ces gradins simulaient l'empreinte laissée par de gigantesques chariots. Les bords étaient formés par un talus à surface irrégulière, attestant combien était épaisse la matière en marche, qui n'avait pu s'étaler pour se mouler sur les berges du torrent.

Cette structure si régulière était réalisée sans accident, sur plusieurs kilomètres. La continuité du courant boueux n'était interrompue qu'aux cascades, au pied desquelles les rides de la partie médiane étaient plus rapprochées les unes des autres. Grâce au calibrage assez constant des lapillis mélangés à la cendre fine, grâce aussi à l'absence de gros blocs, cette coulée boueuse, une fois desséchée, avait une surface verruqueuse, aussi bien nivelée que si l'on y avait fait passer un rouleau; sa cohésion était celle d'un ciment bien pris. Au bout de quelques heures, elle s'est couverte d'efflorescences des chlorures et des sulfates alcalins qui accompagnent tous les matériaux de projection de l'éruption.

Quelques jours plus tard, à la suite de pluies torrentielles persistantes, des torrents

boueux, plus importants et plus liquides, ont parcouru cette même vallée, inaugurant la phase érosive ; ils ont déblayé le lit d'une partie des matériaux récents, et déterminé sur leur passage les dégâts habituels : inondations, rupture des ponts, charriage de gros blocs arrachés aux constructions, etc.

Dans la région de la Somma où le sol était uniquement recouvert par des cendres fines, les courants boueux du début ont été plus liquides que dans la vallée d'Ottajano ; ils ont été constitués par une sorte de vase très épaisse, qui, le 28 avril en particulier, s'est déposée sur une épaisseur de près d'un mètre à Pomigliano d'Arco, sans cependant présenter aucune trace de stratification.

Les détails que j'ai donnés plus haut sur la structure, déterminée à la surface du cône par les avalanches sèches, indique suffisamment combien les conditions y sont aujourd'hui favorables à la production de torrents boueux dévastateurs. Les eaux pluviales en effet doivent suivre le même chemin que les avalanches, dont les couloirs déterminent leur concentration sur les brèches accumulées à leur partie inférieure, brèches composées de matériaux incohérents non tassés et de dimension extrêmement variée.

Jusqu'au milieu de ce mois cependant, la pluie n'a fait que peu de ravages dans cette partie de la montagne, la surface des brèches a été débarrassée par le ruissellement superficiel de ses éléments les plus fins ; il s'est produit ainsi un enrichissement en matériaux grossiers et en blocs des surfaces sur lesquelles se sont, par places, étalées tranquillement des laves boueuses du même type que celles d'Ottajano décrite plus haut. Les conglomérats qui en ont résulté, une fois desséchés, se distinguent à peine, par leur cohésion un peu plus grande, de la brèche, transportée à sec, sous-jacente. On n'y observe nulle part de lits stratifiés.

Des phénomènes plus violents n'ont pas tardé à se produire. L'une des parties du cône où ces brèches d'avalanches sont le plus épaisses est l'emplacement qu'occupait la station inférieure du funiculaire ; les dernières nouvelles reçues de Naples annoncent qu'il y a quelques jours, sous l'influence de pluies torrentielles violentes, cette région a été le point de départ d'épais courants boueux, qui sont descendus dans la direction de Résina et ont déterminé sur leur route d'autant plus de ravages qu'ils charriaient une grande quantité des gros blocs de la brèche ; à ce point de vue, ils sont donc tout à fait comparables aux torrents dévastateurs des éruptions des Antilles.

Les faits qui viennent d'être exposés et en particulier l'enchevêtrement

des formations chaotiques, accumulées à sec, et d'autres formées à leurs dépens sous l'influence de l'eau, l'analogie de structure des unes et des autres, après dessiccation et tassement, expliquent, une fois de plus, les difficultés d'interprétation, souvent inextricables, que l'on rencontre dans l'étude des brèches et des conglomérats trachytiques et andésitiques des volcans éteints, tels que ceux d'Auvergne, et montrent qu'il est illusoire et inutile de vouloir chercher à les distinguer pratiquement les unes des autres sur une carte géologique, même à grande échelle, tant qu'il s'agit des parties élevées du volcan.

MINÉRALOGIE. — *Les cristaux de sylvite des blocs rejetés par la récente éruption du Vésuve.* Note de M. **A. LACROIX.**

Parmi les blocs rejetés par la récente éruption du Vésuve sur les flancs du cône, et entraînés plus loin par les avalanches sèches, j'en ai rencontré un [1] remarquable par l'énorme quantité de sels alcalins cristallisés qu'il contenait.

La roche est une leucotéphrite rougeâtre, bulleuse, creusée de larges cavités, en grande partie remplies par les chlorures qui font l'objet de cette Note.

Le minéral prédominant est le chlorure de potassium, la *sylvite* : il constitue des cristaux cubiques (dépassant souvent 2^{cm}) à faces nettes et brillantes, mais parfois polysynthétiques. Quelques-uns de ces cubes présentent des faces arrondies d'un hexoctaèdre indéterminable. Ils possèdent un clivage cubique extrêmement facile. Ces cristaux sont, soit transparents et incolores, soit opalescents et d'un blanc bleuâtre, rappelant alors la couleur de la calcédoine de Treszytan. Cette couleur n'est jamais homogène, elle est distribuée suivant des plans d'accroissement parallèles

(1) J'ai fait éclater à l'aide de quelques coups de mine une partie de ce bloc, mesurant près de 2^{m} de grand diamètre : il a été depuis lors débité par les guides et a fourni ainsi de nombreux échantillons vendus aux visiteurs du volcan. Dans une course faite en avril, avec M. Brun, nous avons acheté à un guide des cristaux transparents plus petits qui proviennent d'un bloc différent que je n'ai pu retrouver en place. Il existait aussi de gros fragments d'une brèche cimentée par un mélange grenu de sylvite et de halite, mais sans cristaux distincts : sous l'influence de la pluie, les fragments de leucotéphrite, constituant cette brèche, ont été rapidement mis en liberté.

aux faces p et alternant avec des zones limpides ; en lumière transmise, les parties opalescentes par réflexion ont une teinte jaunâtre.

La sylvite ne tapisse pas seulement les grandes géodes ; elle forme aussi, comme certaines zéolites, un glaçage sur la surface de toutes les cavités de la roche. Dans ce cas, il n'est pas possible de distinguer de formes géométriques, mais grâce aux clivages, on voit que, là encore, les individus cristallins sont de grandes dimensions.

Dans plusieurs échantillons, les cristaux de sylvite sont recouverts par de gros cubes à faces planes, transparents, incolores ou légèrement jaunâtres, de chlorure de sodium (*halite*) présentant les faces de l'octaèdre régulier si rare dans ce minéral.

A. Scacchi a publié (*Atti. R. Accad. Napoli*, VI, 1873) le résultat de nombreux essais et analyses des chlorures alcalins du Vésuve, et montré que le chlorure de sodium pur y est extrêmement rare, qu'il est toujours accompagné de chlorure de potassium et même que ce dernier domine généralement. Le rapport K : Na oscille entre 10 : 0,62 et 10 : 9,48 dans les échantillons analysés (prélevés de 1830 à 1872). Mais ces minéraux n'avaient été recueillis jusqu'à ce jour que sous forme d'enduits, de stalactites, plus rarement de petits cubes ; jamais l'on n'avait observé de cristaux pouvant s'approcher, comme taille et perfection, de ceux faisant l'objet de cette Note : ceux de sylvite ne peuvent être comparés qu'à ceux de Stassfurth. formés dans des conditions si différentes.

Ce que l'on sait des propriétés de ces deux chlorures donnait à penser que les échantillons analysés par Scacchi constituaient de simples mélanges de cristaux des deux sels, impossibles à distinguer les uns des autres à cause de leur petitesse et de leur identité de forme. Mes cristaux vérifient cette hypothèse : ceux de chlorure de sodium ne renferment pas trace de potassium : un échantillon de sylvite ne contient que 2,66 p. 100 de chlorure de sodium, y existant sans doute à l'état d'impureté, car l'indice de réfraction est de 1,491 pour la lumière du sodium, c'est-à-dire exactement celui de la sylvite pure (1,49044, Tschermak, raie D).

En outre de ces chlorures et de divers sulfates, mis en évidence seulement par l'étude de la solution résultant du lavage de la roche, il y a lieu de signaler les deux raretés suivantes.

La sylvite d'une géode supporte de gros cristaux (1^{cm},5), blancs, opaques, ne pouvant être mesurés exactement : ce sont soit des rhomboèdres obtus (rappelant b^1 de la calcite), soit des prismes monocliniques réduits à p, m.

Ils sont entièrement constitués par un agrégat saccharoïde de petits cubes de chlorure de sodium, distribués sans ordre. S'agit-il là d'une forme (inconnue) de chlorure de sodium, stable seulement à haute température et se transformant par refroidissement en la forme cubique, ou bien se trouve-t-on en présence d'une pseudomorphose d'un autre sel disparu ? Je n'ai pu trouver les éléments suffisants pour résoudre ce problème.

Le second minéral est au contraire de formation antérieure à la sylvite; il constitue des cristaux d'un jaune citron, transparents, mais se ternissant rapidement à l'air. Ils sont monocliniques-pseudoternaires. N'ayant pu isoler de cristaux assez gros pour être taillés, je n'ai examiné leurs propriétés optiques que sur des fragments, non orientés en l'absence de clivage. La bissectrice aiguë est positive et paraît voisine de l'axe vertical : l'écartement des axes optiques est faible : pas de pléochroïsme. La biréfringence est peu élevée et la réfringence supérieure à celle de la sylvite. Au point de vue chimique, c'est un chlorure de potassium, de sodium et de manganèse.

Ce minéral ne correspond à aucune espèce antérieurement connue, mais il paraît identique à celui que M. Johnston Lavis vient de définir (*Nature*, 31 mai 1906) sous le nom de *chloromanganokalite* : il le décrit en effet comme une substance rhomboédrique jaune, englobée dans du chlorure de sodium potassique et il lui attribue la composition suivante : $MnCl^2 + H^2O =$ 38,97, $KCl =$ 57,71, $NaCl =$ 0,32 avec de petites quantités de chlorure de magnésium et de sulfate de soude. Toutefois les cristaux que j'ai étudiés et qui sont englobés dans de la sylvite, sont anhydres. Fortement chauffés sur une lame de verre, ils ne perdent ni leur transparence, ni leurs propriétés optiques; dans le tube, ils décrépitent sans donner d'eau, puis fondent en un liquide clair, se consolidant par refroidissement en cristallites monoréfringents.

Ces divers minéraux, arrachés par les explosions aux parties internes du cône, sont certainement dus aux fumerolles à haute température de la classification de Ch. Sainte-Claire Deville et Fouqué ; ils se sont produits par sublimation, ils renferment des inclusions gazeuses et d'autres vitreuses, globulaires, transformées en produits biréfringents (sulfates).

L'étude microscopique de la roche servant de support à ces sels montre que ceux-ci y ont été apportés et ne résultent pas de sa décomposition ; la leucite, en effet, si facilement attaquable par tous les agents chimiques, est tout à fait intacte.

La perfection et les grandes dimensions de leurs cristaux, comparées à la forme indistincte ou aux dimensions restreintes que présentent généralement les échantillons des mêmes substances observées au Vésuve, s'expliquent par ce fait que ces derniers ont toujours été recueillis soit sur les bords du cratère, soit à la surface de laves épanchées, tandis que ces nouveaux spécimens proviennent de régions profondes, inaccessibles à l'observation directe, où ils ont pu se former, sans doute à plus haute température et en tous cas plus lentement et à l'abri des causes variées de perturbation de la surface.

L'abondance du chlorure de potassium, sa prédominance sur le chlorure de sodium, parmi les produits d'un volcan leucitique, ne sont point pour surprendre; mais il n'est point superflu d'insister sur ces faits, précieux pour la discussion des théories qui cherchent l'origine des éléments des fumerolles volcaniques autre part que dans le magma lui-même.

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur la Rubidine, la Cæsine et la Lithine.* Note de M. **de Forcrand**.

Les données thermiques actuellement connues au sujet des protoxydes des métaux alcalins et alcalino-terreux (M^2O et $M'O$) semblent à première vue suffisantes lorsqu'on se borne à leur demander une indication générale sur leur stabilité très grande et sur leur affinité puissante pour l'eau et l'on s'en contente habituellement parce qu'elles se trouvent bien d'accord avec la place que l'on donne à ces métaux en tête de toutes les classifications.

Cependant, lorsqu'on veut faire des comparaisons précises entre ces éléments, on rencontre encore des incertitudes et des lacunes.

Je ne parle pas des nombres fondamentaux qui mesurent la dissolution dans l'eau des métaux eux-mêmes et de leurs oxydes M^2O ou $M'O$; ces nombres étaient fort mal connus jusqu'à ces dernières années, puisque M. Joannis a dû diminuer de près de trois Calories la chaleur de dissolution de l'atome du potassium et que M. Guntz a ajouté plus de vingt Calories à celle de l'atome du calcium. Il est probable qu'ils sont encore un peu incertains. Mais comme ils sont tous très élevés et que leur détermination plus exacte exige des expériences fort délicates, il n'y a pas, semble-t-il,

grand intérêt et il n'y aurait sans doute pas grand profit à la reprendre actuellement.

Mon attention s'est portée plutôt sur des données secondaires en apparence, qui manquent actuellement ou qui sont très incertaines, telles que la chaleur de dissolution de la rubidine RbOH, de la cæsine CsOH, de la lithine Li OH et de leurs hydrates.

J'ai cherché aussi à préciser en tenant compte, autant que possible, de la température des expériences anciennes et nouvelles, ce fait ayant une certaine importance pour les bases alcalines puisque la chaleur de dissolution varie de $0^{Cal},05$ environ par degré, ce qui peut entraîner un écart de $0^{Cal},7$ suivant que l'on opère à $+8°$ ou à $+22°$. Malheureusement beaucoup d'observateurs n'ont pas donné la température de leurs expériences.

I. *Rubidine.*

Les fabriques de produits chimiques nous livrent aujourd'hui des échantillons de rubidine sensiblement pure en ce sens qu'ils ne contiennent que des traces des bases voisines, qui ne gênent pas pour les recherches que j'avais en vue. Ce sont des cylindres coulés à la lingotière, d'une structure cristalline rayonnée dans la cassure, pareils comme aspect aux baguettes de potasse ou de soude. Mais ces substances n'ont jamais la composition RbOH.

Elles sont formées par un hydrate défini : $RbOH + H^2O$, qui fond à $+145°$ (M. Pickering a donné $+143°$ pour le point de fusion de l'hydrate correspondant de potasse : $KOH + H^2O$). Les échantillons que j'ai pu me procurer avaient tous très sensiblement cette composition (de $RbOH + 0,91 H^2O$ à $RbOH + 1,05 H^2O$).

Chauffé à l'air au creuset d'argent, cet hydrate perd de l'eau tumultueusement à $+315°$, la masse restant liquide. Si on laisse refroidir dès que la fusion est devenue tranquille, le liquide, sensiblement incolore encore, se solidifie et le creuset d'argent est à peine attaqué. Mais la substance obtenue a pour formule $RbOH + 0,5 H^2O$ à $RbOH + 0,6 H^2O$. Il faut continuer à chauffer encore pendant quelque temps vers 350° pour arriver à la composition : RbOH.

On doit cependant éviter de prolonger outre mesure l'action de la chaleur et d'atteindre 400° ; on verrait alors le liquide se colorer en vert jaune, tandis que le creuset se recouvrirait. même sur les bords et au dehors, d'efflorescences brunes, par suite de la formation d'un peroxyde. Dans ce cas la matière se dissoudrait encore dans l'eau sans dégagement de gaz, mais en formant un peu d'eau oxygénée et l'expérience thermique fournirait des résultats variables.

La rubidine hydratée $RbOH + H^2O$ a pour chaleur de dissolution : $+3^{Cal},702$ à $+15°$; j'ai déduit ce nombre de plusieurs expériences concordantes faites vers $+20°$, en retranchant $0^{Cal},049$ par degré, comme pour la potasse.

La rubidine pure RbOH a pour chaleur de dissolution : $+ 14^{Cal},264$ à $+ 15^{\circ}$, en calculant de la même manière.

Un échantillon de composition intermédiaire : RbOH + 0,613 H^2O m'a donné : $+ 7^{Cal},658$ à $+ 15^{\circ}$.

Des deux premières expériences on déduit :

$$\text{RbOH sol.} + H^2O \text{ liq.} = \text{RbOH} + H^2O \text{ sol.} + 10^{Cal},562.$$

La troisième donnerait : $+ 6^{Cal},606$ pour 0,613 H^2O, ce qui correspond pour une molécule à $+ 10^{Cal},784$, de RbOH à RbOH + 0,613 H^2O, et ce qui donnerait pour une molécule $+ 10^{Cal},222$ de RbOH + 0,613 H^2O à RbOH, H^2O. Il n'y a certainement pas assez de différence entre ces deux derniers nombres pour pouvoir affirmer qu'il existe un hydrate intermédiaire, tel que RbOH + 0,5 H^2O ou RbOH + 0,66 H^2O, comme dans le cas de la potasse et de la soude.

Indépendamment de l'hydrate RbOH + H^2O, la rubidine paraît en former d'autres, plus hydratés et très fusibles, analogues sans doute aux hydrates secondaires de la potasse, mais dont l'étude ne pourra être faite qu'en hiver.

II. *Cæsine.*

C'est encore un hydrate : CsOH + H^2O que l'on trouve dans le commerce, avec la même apparence que la rubidine.

Ce composé, chauffé au creuset d'argent et à l'air, fond vers 180° et ne perd pas d'eau jusqu'à 400° environ. Pour le dessécher à peu près complètement, on doit le maintenir assez longtemps entre 400° et 500°. Le creuset est alors toujours attaqué; il se recouvre d'efflorescences brunes dont une partie retombe dans la masse fondue et se dissout. On obtient finalement une substance jaunâtre, à peu près déshydratée, mais qui se dissout dans l'eau en formant de l'eau oxygénée et en dégageant abondamment de l'oxygène. Il n'est pas douteux qu'il s'est produit en partie des peroxydes tels que les composés Cs^2O^3 et Cs^2O^4, que M. Rengade vient de préparer à l'état de pureté en partant du cæsium.

Je n'ai pu obtenir la cæsine pure CsOH qu'en chauffant l'hydrate du commerce dans une nacelle d'argent, à 500°, la nacelle étant placée dans un tube de verre chauffé électriquement et l'eau étant entraînée par un courant d'hydrogène sec. Dans ces conditions, la nacelle n'est pas attaquée et on obtient une matière absolument blanche et déshydratée complètement : c'est Cs OH.

Sa chaleur de dissolution, à + 15°, est de + 16^{Cal},423 (1), tandis que celle de l'hydrate CsOH + H^2O est, à + 15°, de + 4^{Cal},317.

On en déduit :

$$CsOH \text{ sol.} + H^2O \text{ liq.} = CsOH + H^2O \text{ sol} \ldots + 12^{Cal}.106$$

L'évaporation lente des dissolutions très concentrées de cæsine laisse déposer, à froid, de fines aiguilles formées par un hydrate secondaire, probablement : CSOH + 3 ou 4 H^2O, qui fond vers + 25 ou + 30° et dont l'étude sera reprise plus tard.

III. *Lithine.*

La préparation de l'hydrate : Li OH + H^2O ne présente aucune difficulté, car c'est lui qui se dépose, en très beaux cristaux, par évaporation à froid des dissolutions aqueuses de lithine dans l'air décarbonaté.

Lorsqu'on le chauffe, après l'avoir pulvérisé, à l'air, il ne fond pas, mais perd peu à peu de l'eau, à la manière des hydrates peu stables qui s'effleurissent et il se change en lithine Li OH, qui fond ensuite à 445° sans se peroxyder et sans attaquer le creuset ; on la coule sur une plaque d'argent.

La lithine est un composé peu hygroscopique, qui se dissout difficilement dans l'eau. J'ai dû employer l'acide chlorhydrique étendu et retrancher ensuite la chaleur de neutralisation connue (Thomsen). Quant à l'hydrate, il se dissout aisément dans l'eau.

J'ai trouvé : pour l'hydrate, à + 18° : + 0^{Cal},720
pour la lithine, à + 24° : + 4^{Cal},477 (2) (LiOH dans 2 litres).

On en déduit :

$$LiOH \text{ sol.} + H^2O \text{ liq.} = LiOH + H^2O \text{ sol} \ldots + 3^{Cal},757$$

Tous ces nombres, pris isolément, ne présentent évidemment qu'un intérêt très relatif. Ils prendront plus d'importance lorsque, dans une prochaine Communication, je pourrai les comparer avec les données correspondantes déjà connues pour les métaux voisins.

---

(1) Ce nombre est un peu plus élevé que celui qu'a publié M. Bekétoff (*B. Acad. Saint-Pétersb.* t. XXXIV p. 171, 1892), soit + 15^{Cal},876, sans indication de la température de l'expérience : mais ce savant paraît avoir préparé la cæsine en chauffant l'hydrate au rouge naissant, à l'air évidemment et sans précautions spéciales.

(2) M. Truchot (*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1330, 1884) a donné + 5^{Cal},82 pour la chaleur de dissolution de LiOH, sans indiquer ni la température ni la concentration.

M. **Gaston Bonnier** offre à l'Académie plusieurs brochures dont il est l'auteur :

Comparaison entre les Angiospermes et les Gymnospermes.

Les plantes du plateau des Nilghirris (Inde méridionale) comparées à celles des environs de Paris.

Il fait hommage en même temps à l'Académie d'un petit ouvrage portatif qu'il vient de faire paraître sous le nom d'*Album de la Nouvelle Flore* et qui renferme 2028 photographies représentant les plantes réduites au cinquième de leur grandeur naturelle. Ce petit volume a pour but de faciliter la détermination des espèces.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les ouvrages suivants :

1° *Leçons sur les séries trigonométriques*, par Henri Lebesgue (Présenté par M. Emile Picard).

2° *Étude sur la stabilité des trains et les chemins de fer à voie de* $0^m,60$, par M. le Colonel d'Artillerie Péchot (Présenté par M. Léauté).

3° *Sur l'aménagement et la conservation des eaux*, par M. A. de Grossouvre (Présenté par M. de Lapparent).

GÉOMÉTRIE. — *Un théorème sur les courbes algébriques planes d'ordre n.* Note de M. **G.-B. Guccia**, présentée par M. Émile Picard.

1. Soit C_n une courbe algébrique, quelconque, d'ordre n. Fixons arbitrairement dans le plan : 1° un point P ; 2° une droite D_2, ne passant pas par P. Soient : D_1 la tangente en P à la courbe unique, du faisceau (C_n, D_2^n), qui passe par P ; D_3 la droite polaire de P par rapport à C_n. Une quatrième droite, D_4, sera déterminée par la construction suivante : Le faisceau (C_n, G_n) (G_n étant le groupe des n droites qui joignent P aux n points de rencontre

de D_2 avec C_n) contient une courbe qui se décompose en D_2 et en une courbe d'ordre $n-1$: C_{n-1} [passant, comme on sait, par les $n(n-1)$ points d'intersection résiduelle de C_n avec G_n]. De même, le faisceau (C_{n-1}, G_{n-1}) (G_{n-1} étant le groupe des $n-1$ droites qui joignent P aux $n-1$ points de rencontre de D_2 avec C_{n-1}) contient une courbe qui se décompose en D_2 et en une courbe d'ordre $n-2$: C_{n-2}, etc. On détermine ainsi $n-1$ courbes C_{n-1}, C_{n-2},... $C_{n-(n-1)}$, dont la dernière est une droite : $C_{n-(n-1)} \equiv D_4$.

Cela posé, on a la proposition suivante :

Le point P *et la droite* D_2 *étant arbitrairement fixés dans le plan :* 1° *les quatre droites* D_1, D_2, D_3, D_4 *concourent en un même point;* 2° *leur rapport anharmonique est constant et égal à* n.

Ce théorème, au moyen duquel on parvient à l'invariant numérique n (*ordre* de la courbe) comme *rapport anharmonique*, semble être nouveau. On peut le démontrer par différentes voies. Voici une démonstration très simple par l'algèbre :

Le point P et la droite D_2 étant arbitrairement fixés dans le plan, soit $x_1 = x_2 = x_3 = o$ un triangle de référence dont un des sommets, $x_1 = x_2 = o$, est en P et le côté opposé, $x_3 = o$, est D_2. L'équation de la courbe donnée C_n pouvant être ramenée à la forme

$$C_n \equiv x_3^n \varphi_0 + x_3^{n-1} \varphi_1 + \ldots + x_3 \varphi_{n-1} + \varphi_n = o,$$

φ_0 étant une constante et φ_i ($i = 1, 2, \ldots n$) un polynome homogène de degré i en x_1, x_2, l'on trouve immédiatement :

$$D_1 \equiv \varphi_1 = o, \quad D_2 \equiv x_3 = o, \quad D_3 = \varphi_1 + n\varphi_0 x_3 = o, \quad D_4 = \varphi_1 + \varphi_0 x_3 = o;$$

d'où il suit que les quatre droites D_1, D_2, D_3, D_4 concourent en un même point ($\varphi_1 = x_3 = o$) et que leur rapport anharmonique est égal à $\frac{n\varphi_0}{\varphi_0} = n$. c. q. f. d.

En particulier, pour $n = 2$ (conique) : *Les quatre rayons :* D_1, D_3, D_2, D_4, *ainsi que les quatre rayons :* D_3, D_1, D_2, D_4, *sont en* SITUATION HARMONIQUE.

Je m'abstiens d'énoncer le théorème que l'on déduit par dualité, et qui donne l'invariant numérique m (*classe* de la courbe) comme *rapport anharmonique* de quatre points en ligne droite.

2. Examinons le cas particulier où l'on fait coïncider P en un point $(r)^{\text{ple}}$ ($r < n-1$) de la courbe donnée. Écrivons $C_n^{(r)}$ au lieu de C_n et D

au lieu de D_2. Soient : H_r le groupe des r tangentes en P à la courbe $C_n^{(r)}$; H_{r+1} le groupe des $r+1$ tangentes en P à la courbe, unique, du faisceau $(C_n^{(r)}, H_r D_{n-r})$, qui a un point $(r+1)^{\text{ple}}$ en P ; $L_{r+1}^{(r)}$ la $(n-r-1)^{\text{eme}}$ polaire de P par rapport à $C_n^{(r)}$. Le faisceau $(C_n^{(r)}, G_n)$ (G_n étant le groupe des n droites qui joignent P aux n points de rencontre de D avec $C_n^{(r)}$) contient une courbe qui se décompose en D et en une courbe d'ordre $n-1$: $C_{n-1}^{(r)}$. De même, le faisceau $(C_{n-1}^{(r)}, G_{n-1})$ (G_{n-1} étant le groupe des $n-1$ droites qui joignent P aux $n-1$ points de rencontre de D avec $C_{n-1}^{(r)}$) contient une courbe qui se décompose en D et en une courbe d'ordre $n-2$: $C_{n-2}^{(r)}$, etc. On détermine ainsi $n-r-1$ courbes : $C_{n-1}^{(r)}, C_{n-2}^{(r)}, \ldots C_{n-(n-r-1)}^{(r)}$, avec un point $(r)^{\text{ple}}$ en P, dont la dernière, $C_{n-(n-r-1)}^{(r)} \equiv C_{r+1}^{(r)}$, est une courbe monoïde d'ordre $r+1$.

On a dans le cas actuel la proposition suivante :

La droite D *étant arbitrairement fixée dans le plan :* 1° *les quatre courbes d'ordre* $r+1$: H_{r+1}, DH_r, $L_{r+1}^{(r)}$, $C_{r+1}^{(r)}$ *appartiennent à un même faisceau;* 2° *leur rapport anharmonique est égal à* $n-r$.

En effet, la droite D étant arbitrairement fixée dans le plan, soit $x_1 = x_2 = x_3 = o$ un triangle de référence dont un des sommets, $x_1 = x_2 = o$, est en P et le côté opposé, $x_3 = o$, est en D. L'équation de la courbe donnée $C_n^{(r)}$ pouvant être ramenée à la forme

$$(\alpha) \qquad C_n^{(r)} \equiv x_3^{n-r} \varphi_r + x_3^{n-r-1} \varphi_{r+1} + \ldots + x_3 \varphi_{n-1} + \varphi_n = o,$$

φ_i $(i = r, r+1, \ldots n)$ étant un polynome homogène de degré i en x_1, x_2, on a tout de suite :

$$H_{r+1} \equiv \varphi_{r+1} = o, \quad DH_r \equiv x_3 \varphi_r = o, \quad L_{r+1}^{(r)} \equiv \varphi_{r+1} + (n-r) x_3 \varphi_r = o,$$
$$C_{r+1}^{(r)} \equiv \varphi_{r+1} + x_3 \varphi_r = o;$$

d'où il suit que les quatre courbes d'ordre $r+1$: H_{r+1}, DH_r, $L_{r+1}^{(r)}$, $C_{r+1}^{(r)}$ appartiennent à un même faisceau et que leur rapport anharmonique est égal à $n-r$. C. Q. F. D.

Pour $r = n-2$ [courbe hyperelliptique d'ordre n avec un point $(n-2)$ — ple] le rapport anharmonique des quatre courbes d'ordre $n-1$: H_{n-1}, DH_{n-2}, $L_{n-1}^{(n-2)}$, $C_{n-1}^{(n-2)}$ étant égal à 2, l'on déduit que : *les quatre courbes* H_{n-1}, $L_{n-1}^{(n-2)}$, DH_{n-2}, $C_{n-1}^{(n-2)}$, *ainsi que les quatre courbes* $L_{n-1}^{(n-2)}$, H_{n-2}, DH_{n-2}, $C_{n-1}^{(n-2)}$, *sont en* SITUATION HARMONIQUE.

3. Dans une Note publiée dans les *Rendiconti* de Palerme [tome XVI (1902), pp. 204-208], j'ai appelé 1^{re}, $2^{ème}$..., $(n-r-1)^{me}$ *conjointe* de *deuxième espèce* de la courbe $C_n^{(r)}$, par rapport au point P et à une droite quelconque D, ne passant pas par P, respectivement les $n-r-1$ courbes $C_{n-1}^{(r)}, C_{n-2}^{(r)}, \ldots C_{r+1}^{(r)}$, que nous venons de déterminer (n° 2). Par contre, j'ai donné le nom de $1^{ère}$, $2^{ème}$,... $(n-r-1)^{ème}$ *conjointe* de *première espèce* de $C_n^{(r)}$ par rapport à P et à D, respectivement aux $n-r-1$ courbes d'ordre n : $C_n^{(r+1)}\ C_n^{(r+2)}, \ldots C_n^{n-1}$, que l'on déduit de $C_n^{(r)}$ par le procédé suivant : Le faisceau $(C_n^{(r)}, H_r D^{n-r})$(H_r désignant le groupe des r tangentes en P à la courbe $C_n^{(r)}$) contient une, et une seule, courbe douée d'un point $(r+1)^{ple}$ en P : $C_n^{(r+1)}$. De même, le faisceau $(C_n^{(r+1)}, H_{r+1} D^{n-r-1})$($H_{r+1}$ désignant le groupe des $r+1$ tangentes en P à la courbe $C_n^{(r+1)}$) contient une, et une seule, courbe douée d'un point $(r+2)^{ple}$ en P : $C_n^{(r+2)}$. Et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'on parvienne à la courbe monoïde $C_n^{[r+(n-r-1)]} \equiv C_n^{(n-1)}$.

Ces deux définitions subsistent intégralement pour le cas général $r=o$, où l'on doit alors sous-entendre que P est un point quelconque du plan.

Dans la Note citée, j'ai fait connaître quelques-unes des propriétés géométriques des courbes *conjointes* des deux espèces. Ici, je me bornerai à en rappeler une, qui concerne les groupes de rayons G et H (auxquels j'ai eu recours pour la construction des conjointes), savoir que : $G_i \equiv H_i$.

Quant à la représentation analytique de ces courbes, elle nous est immédiatement fournie par les précédentes constructions géométriques. La courbe donnée $C_n^{(r)}$ étant représentée par l'équation (α), les $n-r-1$ conjointes de *première* et de *deuxième* espèce, par rapport au point P ($x_1 = x_2 = o$) et à la droite D ($x_3 = o$) ont respectivement pour équations :

$$C_n^{(r+1)} \equiv x_3^{n-r-1}\varphi_{r+1} + \ldots + \varphi_n = o, \quad C_{n-1}^{(r)} \equiv x_3^{n-r-1}\varphi_r + \ldots + \varphi_{n-1} = o,$$
$$C_n^{(r+2)} \equiv x_3^{n-r-2}\varphi_{r+2} + \ldots + \varphi_n = o, \quad C_{n-2}^{(r)} \equiv x_3^{n-r-2}\varphi_r + \ldots + \varphi_{n-2} = o,$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$C_n^{(n-1)} \equiv x_3\varphi_{n-1} + \varphi_n = o, \qquad C_{r+1}^{(r)} \equiv x_3\varphi_r + \varphi_{r+1} = o.$$

Les théorèmes précédents s'étendent aux surfaces algébriques.

GÉODÉSIE. — *Cercle azimutal à microscopes du service technique du cadastre.* Note de M. **Ch. Lallemand**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

Les opérations cadastrales comportent, dans la triangulation et la polygonation, un très grand nombre de mesures angulaires, qu'il importe de faciliter et d'accélérer. En vue d'obtenir ce résultat sans rien sacrifier de la

précision nécessaire, j'ai fait construire (¹) un type spécial de cercle azimutal (*fig.* 1) présentant diverses particularités.

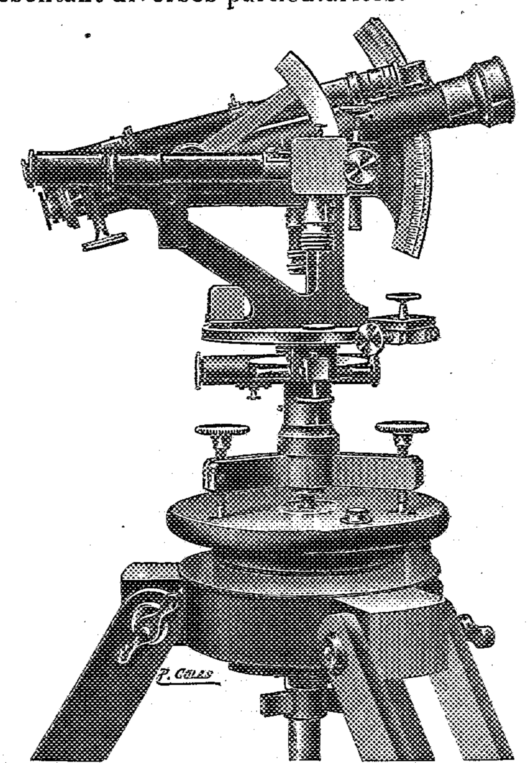


Fig. 1. — Cercle azimutal, à microscopes, du Service technique du Cadastre.

Le limbe horizontal est divisé en décigrades et chiffré en grades; deux miscroscopes coudés, disposés à droite et à gauche de la lunette et pourvus d'un réticule à un seul fil horizontal, permettent de lire directement, par estime, le centigrade (²) (fig. 2).

La lunette est mobile autour d'un axe horizontal disposé près de l'oculaire, ce qui réduit beaucoup les déplacements verticaux de celui-ci; l'axe optique peut prendre, de part et d'autre de l'horizon, une inclinaison de

(¹) Chez MM. Ponthus et Therrode, 6, rue Victor Considérant, à Paris.

(²) Ces dispositions reproduisent à peu près celles que, dès 1894, j'avais fait adapter à un tachéomètre Sanguet, en vue de la réfection du cadastre de la commune de Neuilly-Plaisance (Seine-et-Oise). (*Procès-verbaux de la Commission extra-parlementaire du cadastre*. Fasc. nº 6, p. 229. Paris, Imprimerie Nationale, 1898).

30 grades dont la mesure s'effectue, à l'aide d'un troisième microscope coudé, sur un secteur divisé et chiffré de la même manière que le limbe.

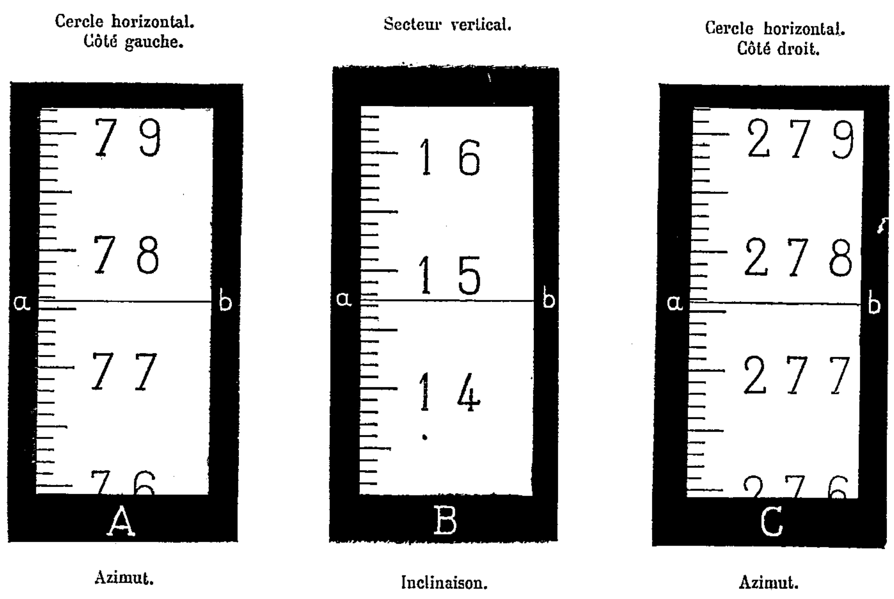


Fig. 2. — Images, en grandeur naturelle, des divisions vues dans les trois microscopes.

Les oculaires des trois microscopes entourent celui de la lunette et permettent ainsi à l'opérateur d'effectuer toutes ses lectures sans déplacement et par un simple mouvement de tête.

Le support de l'instrument renferme un dispositif de translation et porte une calotte sphérique mobile, analogue à celle du niveau employé pour le nivellement général de la France.

Des essais prolongés ont montré que, à égalité de diamètre des limbes, la précision réalisée dans les mesures d'angles avec cet appareil le cède peu à celle obtenue avec les meilleurs modèles antérieurs, à verniers ou à micromètres, ou bien à vis tangente et limbe denté. Seul, le dispositif à tambour micrométrique donne une exactitude notablement supérieure.

Le tableau ci-après donne à cet égard les résultats de nombreuses expériences effectuées à l'aide de divers appareils par M. Cuvigny, conducteur des Ponts et Chaussées, attaché au service technique du Cadastre et par le docteur Reinhertz, professeur à l'Université de Bonn (*Zeitschrift für Vermessungswesen*, 1902, p. 214).

ERREUR PROBABLE DE MESURES ANGULAIRES RÉPÉTÉES A L'AIDE DE DIVERS INSTRUMENTS

DÉSIGNATION de l'instrument expérimenté.	CARACTÉRISTIQUES DU LIMBE AZIMUTAL			DISPOSITIF servant à mesurer les fractions de division	FRACTION la plus petite mesurée.	ERREUR PROBABLE d'une mesure d'angle, effectuée une seule fois, avec un seul vernier en un seul microscope (1).		NOM de l'observateur.
	Diamètre.	Chiffraison	Divisions les plus petites			Valeur directement obtenue.	Erreur correspondante pour un cercle de 160mm de diamèt.	
—	—	—	—	—	—	—	—	—
Théodolite de Brunner.	160mm	Dizaines de grades.	Deux décigrades.	Vernier à 40 traits.	5 milligrades.	3mgr,4	3mgr,4	Cuvigny.
Théodolite de reconnaissance du Service géographique de l'Armée.	122mm	id.	Cinq décigrades.	Vernier à 50 traits.	10 milligrades.	4mgr,2	3mgr,2	id.
Théodolite à limbe denté et vis tangente micrométrique (modèle Heyde).	110mm	id.	Un grade centésimal.	Tambour micrométrique portant 100 divisions.	1 milligrade.	4mgr,6	3mgr,2	id.
Théodolite à microscopes et à lecture directe (modèle Fennel).	130mm	Degrés.	Dix minutes.	Microscope à un seul fil pour l'estime directe du 1/10e de la plus petite division.	1 minute = 18mgr,5	16″ = 4mgr,9	4mgr,0	Reinhertz.
Théodolite à microscopes et à lecture directe (du Service hydrographique de la Marine) (modèle Ponthus et Therrode).	100mm	Degrés.	Dix minutes.	id.	1 minute = 18mgr,5	23″ = 7mgr,1 (2)	4mgr,3	Cuvigny.
Théodolite à microscope et fil mobile mû par un tambour micrométrique, du même service (modèle Chasselon).	138mm	Degrés.	Dix minutes.	Tambour micrométrique divisé en dixièmes de minute et chiffré en minutes.	1 seconde = 0mgr,3	7″7 = 2mgr,3 (2)	2mgr,0	id.
Cercle azimutal à microscopes et à lecture directe du service technique du cadastre (*modèle Ch. Lallemand*, construit par Ponthus et Therrode).	*128mm*	*Grades.*	*Un décigrade.*	Microscope à un seul fil pour l'estime directe du 1/10e de la plus petite division.	*10 milligrades.*	4mgr,7	3mgr,8	id.

(1) Déduction faite, le cas échéant, de l'erreur d'excentricité du limbe.

(2) Observations faites en visant des pointes de paratonnerres distants de 500 à 600 mètres.

Pour faciliter les comparaisons, on a, dans l'avant-dernière colonne de ce tableau, ramené à un même diamètre de limbe, les erreurs directement observées. Les écarts entre les différents types se sont ainsi trouvés notablement atténués; il semble d'après cela que, toutes choses égales d'ailleurs, dans les observations angulaires, l'erreur à craindre ne change pas notablement avec le procédé employé pour mesurer les fractions de divisions [1] et qu'elle dépende surtout du diamètre du limbe portant ces divisions.

CHRONOMÉTRIE. — *Contrôle des horloges synchronisées électriquement.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. M. Lœwy.

Imaginons un certain nombre d'horloges, dites *centres horaires*, placées sur la voie publique et montées en série sur un circuit commandé par une horloge *tête de ligne :* celle-ci, toutes les secondes, envoie dans le circuit un courant synchronisateur de 4/10 de seconde. Les centres horaires sont réglés sur l'avance, et leurs balanciers sont légèrement retenus, à chaque émission de courant, par deux électro-aimants placés en dessous, à droite et à gauche, aux amplitudes maxima.

Le public, ayant constaté quelques accidents indéniables, inhérents à toute installation de distribution électrique, et plus fréquents récemment par rupture de circuit à cause des travaux souterrains considérables qui ont été effectués, n'hésite pas à généraliser pour affirmer que les centres horaires ne sont jamais à l'heure : l'attention ayant été attirée dernièrement sur ces faits d'une manière particulière, il serait opportun que le public, placé à côté d'une réceptrice, fut immédiatement prévenu si un centre horaire n'est plus à l'heure exacte.

La première idée qui vient à l'esprit consiste à installer, à côté de chaque centre horaire, un galvanoscope branché dans le circuit et dont l'aiguille, par son arrêt, préviendra lors des ruptures de circuit, accident normal et le plus fréquent : l'arrêt de cet organe nouveau mettrait le public en garde contre un accident imaginaire, ce qui est encore préférable à une confiance mal fondée dans une indication fausse.

---

(1) Abstraction faite toutefois du dispositif à tambour micrométrique, que, d'autre part, sa complication sensiblement plus grande fait écarter des instruments de topographie ou de géodésie expéditive.

Mais, par suite de chocs notamment, un centre horaire peut être décalé légèrement par rapport à la tête de ligne. M. Bigourdan a proposé [1] de supprimer à la tête de ligne une émission de courant type, à la seconde *zéro* par exemple ; si le centre horaire est en concordance avec la tête de ligne, l'aiguille de son galvanoscope devra s'arrêter à la seconde zéro du centre horaire. Pour diverses raisons d'organisation spéciale, ce contrôle ne serait d'ailleurs pas absolu, et son moindre inconvénient est d'exiger chez le public une certaine habitude de ces comparaisons. M. Maxant, de la maison Bréguet, a proposé l'installation d'un *voyant rouge* qui apparaît à côté du cadran dès que le centre horaire est décalé par rapport à la tête de ligne et ne peut être relevé qu'en réparant l'erreur : cette élégante solution paraît devoir être définitivement adoptée.

Mais la tête de ligne ne crée pas, pour ainsi dire, l'heure qu'elle marque et qu'elle envoie : tout comme elle dirige les centres horaires, elle est elle-même sous la dépendance d'un régulateur de précision, dite pendule *directrice*. M. C. Wolf, à qui l'on doit la très heureuse installation de cette distribution, fait commander les têtes de lignes des divers réseaux par l'intermédiaire d'un relai Siemens. Or, une fois par an environ, il arrive un accident à ce relai, qui s'arrête : dans ce cas, les têtes de lignes, réglées sur l'avance, s'emballent par rapport à l'heure vraie de la directrice et tous les centres horaires des réseaux se trouvent entraînés et gravement perturbés.

On n'avait point, jusqu'ici, proposé de remède à cet accident qui est d'autant plus important qu'il faut assez longtemps pour remettre à l'heure tous les centres horaires ; nous allons voir, précisément, comment le public peut être informé, cette fois encore, que l'heure qu'il observe ne mérite pas toute confiance.

Pour cela, remarquons qu'un mouvement d'horlogerie est adjoint à ce relai, et que l'une des roues, très robuste, de ce mouvement, parcourt une dent par seconde. Imaginons que l'on place, contre le profil de cette roue dentée, une levée à ressort en lame passant, tantôt sur les pleins, tantôt sur les creux : notons immédiatement que les dispositions locales sont telles que la roue s'arrête toujours dans la même position en cas d'arrêt du relai : nous ferons que cette levée soit alors dans le creux d'une dent. Ce mouvement de va-et-vient permet à la levée d'ouvrir et de fermer un circuit ; le réglage d'une vis de pression lui permettra de le fermer aussi longtemps qu'il le faudra et de ne l'ouvrir que dans les creux des dents. Le petit circuit spécial correspondant, par l'intermédiaire d'un relai, fermera le circuit de la directrice avant que celle-ci n'envoie son courant synchronisateur et l'ouvrira une fois envoyé ce dernier courant.

(1) G. Bigourdan, *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 865, 9 avril 1906.

S'il y a donc arrêt du relai, la tête de ligne s'emballe; mais notre levée est dans un creux, et le circuit de la tête de ligne est ouvert; la tête de ligne ne commande donc plus les centres horaires, l'accident apparent est une rupture de circuit, tous les galvanoscopes sont arrêtés et le public est prévenu.

Nous indiquerons ailleurs quels sont tous les accidents possibles et leurs contrôles, tant en ville qu'à l'Observatoire, mais déjà, par ces transformations très simples, le public aura une ample satisfaction pour sa juste curiosité.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une expérience de Hittorf et sur la généralité de la loi de Paschen*. Note de M. **E. Bouty**, présentée par M. Lippmann.

On doit à Hittorf la curieuse expépience que voici. Deux ballons de verre communiquent d'une part par un tube droit et court, d'autre part par un très long tube en spirale. Deux électrodes de platine traversent de part en part les ballons et viennent se terminer dans le tube droit à un millimètre l'une de l'autre. Quand le gaz est suffisamment raréfié à l'intérieur de l'appareil, la décharge électrique refuse de passer par le trajet court et direct : elle choisit le plus détourné, quelques milliers de fois plus long.

C'est là une très belle expérience de cours, mais dans laquelle il est difficile de faire la part qui revient aux électrodes. Le champ varie d'ailleurs d'une manière arbitraire à l'intérieur du tube sinueux. Il m'a paru qu'il y avait intérêt à répéter l'expérience dans des conditions mieux définies, dussent même en souffrir la simplicité et l'élégance du dispositif.

Prenons de larges tubes sans électrodes de longueurs très différentes. Disposons chacun d'eux entre les plateaux et suivant l'axe d'un condensateur, de telle sorte que chacun des condensateurs et le tube correspondant forment des systèmes semblables. Mettons les divers tubes, remplis d'un même gaz, en communication entre eux et disposons tous les condensateurs en parallèle.

Si maintenant nous abaissons progressivement la pression du gaz et que nous réglions convenablement la différence de potentiel constante à laquelle chacune des couches de gaz épaisses se trouve ainsi soumise, nous devons trouver qu'aux pressions les plus élevées, c'est le tube le plus court qui s'illumine le premier. A mesure que la pression s'abaisse, l'avan-

tage passe à un tube plus long et ainsi de suite jusqu'à ce que, à une pression suffisamment basse, ce soit le plus long tube qui s'illumine seul.

Sous cette forme, l'expérience s'était trouvée réalisée d'elle-même, ou du moins devenait inutile, d'après mes recherches, récemment publiées, sur le passage de l'électricité à travers des couches épaisses de gaz [1].

Pour donner une idée nette des phénomènes, je me bornerai à transcrire la comparaison suivante des différences de potentiel minimum efficaces pour provoquer l'effluve dans un ballon plat de $5^{cm},6$ de diamètre (dans le sens du champ) et dans un tube large de $37^{cm},8$ de long (dans le sens du champ).

Pressions en cm.	Diff. de pot. critiques en volts		Pressions en cm.	Diff. de pot. critiques en volts	
	Ballon.	Tube.		Ballon.	Tube.
0,0538	885	1962	0,0107	727	861
0,0333	654	1482	0,0075	868	798
0,0247	630	1228	0,0063	968	714
0,0191	642	1100	0,0040	1352	620
0,0136	669	938	0,0025	2020	620

Le renversement est aussi net que possible. C'est à partir d'une pression de $0^{cm},0084$ qu'il s'opère. Au-dessus de cette pression, c'est le ballon, au-dessous, c'est le long tube qui s'illumine le plus aisément.

Cherchons maintenant à tirer de l'expérience, ainsi complétée, tout l'enseignement qu'elle comporte.

J'ai montré depuis longtemps que la différence de potentiel critique est la somme de deux termes, prépondérants l'un à haute, l'autre à très basse pression. Le premier ne dépend que de la masse de gaz en expérience par centimètre carré de section, fixée par le quotient pe/T (p, pression, e, épaisseur, T, température absolue). J'ai montré de la manière la plus nette que le second terme, croissant lorsque la pression diminue est sous l'influence de la paroi, car il se trouve modifié quand on change la nature ou l'état de celle-ci. On pourrait donc penser que, pour une paroi donnée dans un état invariable, ce terme ne dépend que de la pression seule. L'expérience de Hittorf, dans laquelle ni la paroi, ni la pression ne diffèrent et où cependant le trajet le plus long est favorisé, nous oblige à abandonner cette hypothèse. Ce n'est pas la pression, c'est le quotient pe/T qui règle

[1] *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 312; *Journal de physique*, 4e série, t. V, p. 219.

aussi bien la valeur du second terme que celle du premier. *Quand la nature et l'état de la paroi sont identiques*, la loi de Paschen généralisée est aussi bien applicable aux basses qu'aux hautes pressions.

Il se trouve que pour le ballon de $5^{cm},6$ et le tube de $37^{cm},8$ la loi de Paschen est en effet applicable, tout au moins en ce sens que la différence de potentiel critique minimum possède pour les deux récipients des valeurs sensiblement identiques (respectivement 629 et 620 volts) et correspond à des valeurs de pe/T aussi très voisines. Mais la coïncidence est souvent moins bonne, même avec le verre. Avec un ballon de silice de $5^{cm},4$ dans le sens du champ, la différence de potentiel critique minimum était de 910 volts.

PHYSIQUE. — *Propriétés des surfaces pour lesquelles l'angle de raccordement apparent de l'eau est nul.* Note de M. **H. OLLIVIER**, présentée par M. J. Violle.

Tout le monde sait que l'eau, les solutions ayant une grande tension superficielle et le mercure présentent un angle de raccordement apparent nul sur les surfaces enfumées ou saupoudrées de lycopode et sur les feuilles de certaines plantes telles que la capucine.

Celles de ces surfaces qui se prêtent à l'étude sont les surfaces métalliques recouvertes d'une très mince couche de cire et enduites, sans fondre la cire, soit de noir de fumée (déposé de la flamme du pétrole), soit d'*anhydride arsénieux* (déposé de la flamme de l'hydrogène arsénié) [1]. Je les désignerai simplement par « surfaces enfumées ».

I. *Contact de l'eau et d'une surface enfumée.* — L'eau, déposée sur une telle surface, en est séparée par une couche d'air qui produit la réflexion totale de la lumière. L'eau ne touche que la pointe des très petites aspérités dont la surface est hérissée et ne descend pas dans les creux par suite de sa tension superficielle. Elle a la même mobilité que dans le cas de la caléfaction. Malgré cela, *le glissement à la paroi est nul.*

J'ai fait à ce sujet un grand nombre d'expériences avec deux disques horizontaux de 12^{cm} de diamètre dont l'un est fixe et dont l'autre, suspendu à un fil de torsion, oscille

---

[1] On lave ensuite à l'eau. Lorsque ces surfaces sont bien préparées (ce qui exige quelques tâtonnements) on peut, sans les altérer, leur faire subir le choc de plusieurs milliers de gouttes tombant au même point.

autour de ce fil au-dessus du premier disque. Les disques sont plongés dans l'eau. On peut varier leur distance d de $0^{mm},5$ à 60^{mm}. J'ai mesuré en fonction de d les valeurs du décrément logarithmique qui exprime l'amortissement des oscillations. Ces valeurs sont les mêmes, que les disques soient nus, enduits de cire ou enfumés. Le glissement à la paroi est donc le même dans les trois cas. Comme il est nul pour les surfaces que l'eau peut mouiller [1], il résulte de mes expériences qu'il est nul pour les surfaces enfumées. Un glissement à la paroi conduisant à remplacer la surface par une surface parallèle distante de la première de deux fois l'épaisseur de l'enduit aurait été mis en évidence.

II. *Choc de l'eau sur une surface enfumée.* — On observe sur ces surfaces un rejaillissement, très énergique et extrêmement régulier, de petites gouttes d'eau ou de mercure. Je me borne à indiquer dans cette Note les conditions de l'expérience, dont l'étude sera prochainement publiée.

On forme une petite goutte d'eau G [2] à un orifice non mouillé percé dans une paroi enfumée. Elle tombe d'une hauteur z (8^{cm} au plus) sur une surface enfumée inébranlable. La goutte s'aplatit par le choc; la tension superficielle développe alors des pressions qui tendent à ramener la goutte à la forme sphérique. Une gouttelette G' se détache et est projetée normalement avec une vitesse considérable. Son diamètre, fonction de z, peut dépasser le tiers de celui de G. Elle s'élève jusqu'à un niveau z' souvent de beaucoup supérieur à celui de l'orifice d'écoulement (et même à celui du liquide dans le réservoir).

Exemple d'une grande hauteur atteinte : $z' = 30^{cm}$ pour une hauteur de chute $z = 1^{cm},8$, avec des gouttes de $7^{mgr},5$.

Comme la gouttelette serait projetée sur l'orifice si la paroi frappée était horizontale, il faut incliner cette paroi et G' décrit une parabole. Le reste de la goutte rebondit un peu en vibrant énergiquement.

On peut faire tomber des milliers de gouttes sur le même point de la surface, les gouttelettes projetées suivent exactement les mêmes trajectoires [3].

Ces trajectoires sont les mêmes, que la surface soit recouverte de noir de fumée, d'anhydride arsénieux ou de lycopode. Le phénomène ne dépend pas de la nature de la surface, pourvu que l'angle de raccordement soit nul. Mais il ne ressemble en rien au rejaillissement insignifiant qu'on arrive à produire, pour des hauteurs de chute beaucoup

(1) Expériences de Whetham (*Proc. Roy. Soc.* 1890) sur le verre propre et le verre argenté.

(2) 8^{mgr} au plus. Il est avantageux en général de ne pas dépasser 5 ou 6^{mgr}.

(3) Les gouttes trop grosses ne donnent pas de rejaillissement régulier. Il y a pour certaines valeurs de z plusieurs gouttes projetées.

plus grandes sur les surfaces enduites de cire, de suif, etc., où l'angle de raccordement n'est pas nul. De même le mercure donne sur les surfaces enfumées un rejaillissement régulier et n'en donne pas sur le verre propre.

Pour des valeurs de z inférieures à 2^{cm} environ (cela dépend de la grosseur de la goutte) on n'a pas de subdivision de la goutte [1]. Si l'on augmente z, le rejaillissement régulier se produit. La gouttelette projetée G' est d'abord très petite et va très haut; elle grossit à mesure qu'on augmente z. La variation de la hauteur de rejaillissement z' en fonction de la hauteur de chute z peut être très rapide. Un montage soigné de toutes les pièces de l'appareil est donc indispensable. z doit être connu à 10 microns près.

Exemple de variation rapide. — Pour	$z = 23^{mm}$	$z' = 120^{mm}$
	23,8	158
	24	175 (maximum)
	25	125
	26	63
	27,4	31 (minimum)
	28	40

La hauteur de rejaillissement z' passe par une *série de maxima et de minima* très accusés qui correspondent aux espaces parcourus par la goutte pendant les périodes successives de sa vibration.

L'intervalle de temps θ qui sépare les chutes de deux gouttes consécutives doit être supérieur à trois ou quatre secondes. Si les gouttes se succèdent plus rapidement, le rejaillissement change parce que non seulement le poids des gouttes change [2], mais aussi la forme des gouttes (elles sont d'autant plus allongées que θ est plus petit : l'état vibratoire change donc).

Le rejaillissement régulier est fortement influencé par la variation de tension superficielle du liquide. Par exemple une trace de savon ajoutée à l'eau réduit la valeur de z' de 6^{cm} à 1^{cm}.

On peut se servir de ce phénomène très sensible et très régulier pour apprécier de faibles changements dans la composition des liquides de grande tension superficielle.

---

(1) Mais, dans un intervalle de variation de z de l'ordre du *mm*, on perçoit au moment du choc un bruit sec dont l'intensité passe par un maximum très accusé pour une valeur de z déterminée à 10 microns près. Ou n'entend ce bruit pour aucune autre valeur de z.

(2) *Exemple*. Pour toute valeur de $\theta > 1^s$ $p = 7^{mg},55$

$\theta = 0,62$	$p = 7^{mg},50$
0,4	$7^{mg},25$
0,2	$5^{mg},9$
0,1	$3^{mg},6$

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du chlorure de silicium sur le nickel.* Note de M. **Em. Vigouroux**, présentée par M. Moissan.

Dans deux Communications antérieures [1], nous avons publié les résultats de nos recherches touchant l'action répétée du chlorure de silicium soit sur le fer, soit sur le cobalt. Notre mode opératoire est le même pour le nickel, avec cette différence que nos réactions ont été suivies de plus près, les produits successivement obtenus ayant été soumis à l'analyse.

Première action. — Nous partons de 50^{gr} de nickel en poudre que nous chauffons dans l'hydrogène sur une nacelle en porcelaine ; dès que le chlorure de silicium commence à bouillir, nous arrêtons le courant gazeux et nous dirigeons les vapeurs de ce liquide sur le métal de plus en plus chauffé ; au bout de 4^h environ, nous abandonnons le tout au refroidissement : Nous constatons que le métal a subi une diminution de poids très peu sensible et que sa poudre est à peine agglomérée. Après une *seconde action*, la masse est frittée, mais non fondue ; elle ne pèse plus que 45^{gr}. Un *troisième* passage du chlorure de silicium sur cette masse frittée, qu'on a pulvérisée grossièrement, entraîne sur la nacelle la formation d'un lingot parfaitement fondu ne pesant plus que 35^{gr}. Ce lingot, qui présente l'apparence du nickel fondu, est assez cassant, cristallin à l'intérieur ; il est possible de le fragmenter à l'aide du mortier d'Abich, bien qu'il s'aplatisse sensiblement. Enfin, propriété importante *il n'est pas magnétique.* Avant de continuer à le traiter, nous le soumettons à l'analyse. Nous en attaquons un fragment à l'aide de l'acide azotique chaud et nous activons l'action par l'addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique. La silice résiduelle, qui est grise, est rendue blanche par décantation du liquide et addition d'eau régale au résidu. Le nickel est dosé par électrolyse de sa solution sulfurique ammoniacale. Nous trouvons :

	I	II	Calculé pour Ni^3Si
Nickel p. 100	88,96	89,20	89,17
Silicium —	9,66	9,48	10,83
	98,62	98,68	100,00

avec 0,67 p. 100 de fer. Ces chiffres sont voisins de ceux donnant la formule Ni^3Si. — En opérant sur 50^{gr} d'un second échantillon de nickel totalement dépouillé de fer et traité de même à trois reprises consécutives par le chlorure de silicium, nous sommes tombé sur un nickelosilicium de même nature, pesant 37^{gr} dont la composition était

[1] Em. Vigouroux, *Action du chlorure de silicium sur le fer* (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 828, 20 novembre 1905.) *Action du chlorure de silicium sur le cobalt* (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 635, 12 mars 1906).

encore plus voisine de Ni^4Si. Nous pouvons admettre que la formule :

$$Si^2Cl + 6Ni = Ni^4Si + 2NiCl^2$$

s'applique à cette réaction, attendu que le poids de siliciure qu'elle indique comme devant se former correspond à 37^{gr}.

Nous prenons 36^{gr} de ce lingot, exempt de fer et, après pulvérisation, le traitons une *quatrième fois* par le chlorure de silicium, à la température la plus élevée susceptible d'être obtenue dans notre four. Nous trouvons une masse non fondue, mais dont le poids n'est plus que de 34^{gr}, après la *cinquième action*, le produit est fondu en un bloc unique pesant exactement 32^{gr}, très cassant, à cassure très brillante et montrant des arêtes vives, se pilant plus facilement que l'échantillon ci-dessous analysé. Sa composition est déterminée par une analyse effectuée en l'attaquant par l'eau régale doublée d'eau. Nous trouvons, pour cent : 1[re] analyse : Ni : 84,58 ; Si : 15,06 ; total : 99,64 ; 2[e] analyse : Ni : 84,78 ; Si : 15,14 ; total : 99,92. La composition du corps est comprise entre Ni^3Si et Ni^2Si.

Sixième action. — Nous prenons 26^{gr} du lingot précédent, pulvérisé très finement, puis tamisé, et le soumettons encore à l'attaque du chlorure de silicium, sans trop élever la température au début : au bout de 2^h environ, nous constatons qu'il n'a pas fondu, mais qu'il a été fortement altéré ; son poids est descendu à 25^{gr}. Nous recommençons à chauffer au sein du chlorure de silicium, encore 1^h durant, et cela à la température maxima du four : l'alliage est fondu, cassant, mais s'est maintenu à 25^{gr}.

Septième action. — Nous pulvérisons encore et tamisons ces 25^{gr} d'alliage. Après une chauffe très prolongée et très forte vers la fin, nous obtenons un lingot fondu, homogène, à cassure grenue, pesant toujours 25^{gr}. Nous admettons que nous avons atteint la limite de saturation correspondant à la température de nos expériences. Nous en prélevons deux échantillons et nous les attaquons au bain-marie, par de l'eau régale étendue à 50 p. 100 ; après insolubilisation de la silice, nous dosons le nickel par électrolyse à l'état de sulfate ammoniacal.

Résultats.	Trouvé : I	Trouvé : II	Calculé pour Ni^2Si
Nickel p. 100	80,32	80,28	80,52
Silicium —	19,25	19,37	19,48
	99,57	99,65	100,00

Conclusion. — Dans l'étude de l'action du chlorure de silicium sur le nickel nous observons deux limites de siliciuration : *Première limite* (inférieure) correspondant à Ni^4Si, corps inconnu jusqu'à ce jour, défini vraisemblablement, son influence à l'action de l'aimant montrant qu'il ne contient pas de nickel libre. *Deuxième limite :* fournissant le corps Ni^2Si déjà étudié. Il n'est pas impossible que des températures plus élevées soient capables de provoquer la formation de composés fortement siliciés, toutes choses égales d'ailleurs.

CHIMIE MINÉRALE. — *Décomposition du sulfate de cuivre par l'alcool méthylique*. Note de M. V. **Auger**, présentée par M. H. Moissan.

On a déjà remarqué que l'eau à l'ébullition[1] et même à froid[2] était susceptible d'enlever une petite partie d'acide sulfurique ou sulfate de cuivre, en laissant déposer un précipité vert de sulfate basique $6\,CuO\,.\,2SO^3.\,5H^2O$.

Ayant eu besoin d'alcool méthylique anhydre, j'ai eu l'occasion d'étudier l'action du sulfate de cuivre sur cet alcool; en effet, sur la foi d'expériences mal interprétées, Klepl[3] a cru pouvoir affirmer que le sulfate de cuivre cristallisé était complètement insoluble dans l'alcool méthylique anhydre. Il n'en est rien : Lobry de Bruyn[4] qui a étudié la solubilité de divers sulfates dans l'alcool méthylique a montré que la solubilité du sulfate de cuivre y était très forte, mais que, au bout de quelques minutes, par suite de la précipitation du sel $CuSO^4,3H^2O$, l'alcool ne contenait plus que des traces de sulfate. D'autre part, de Forcrand[5] a décrit une combinaison $CuSO^4,CH^4O$ formée en agitant le sulfate anhydre avec l'alcool méthylique.

J'ai repris ces expériences et constaté qu'il se produisait, dans tous les cas, un phénomène bien plus intéressant et qui a échappé à ces auteurs. En effet : à froid ou à chaud, anhydre ou hydraté, le sulfate de cuivre est décomposé par l'alcool méthylique, qui s'empare d'une forte proportion d'acide sulfurique.

Sulfate de cuivre hydraté. — Celui-ci se dissout, à 0°, dans la proportion de 11,5 p. 100 dans l'alcool méthylique. La solution claire laisse bientôt précipiter de petits cristaux adhérents aux parois du vase. Si on examine le produit au bout de quelques jours de repos, on constate que le dépôt n'est pas homogène, mais constitué par un mélange de cristaux durs et de petites aiguilles vertes groupées en chou-fleur, et qui, séparées des autres cristaux, se dissolvent incomplètement dans l'eau en laissant déposer un sel basique. Leur quantité est assez faible, mais on peut les obtenir en forte proportion en augmentant la proportion d'alcool méthylique.

Ainsi, en soumettant pendant une journée à l'ébullition une solution de 25gr de sulfate cristallisé dans 1000cc d'alcool méthylique, on obtient un dépôt cristallin vert, pesant 12gr,5. Avec 12gr,5 de sulfate, et 1000cc d'alcool, le précipité pèse 6gr,2. Ce der-

(1) Pickering, *Chem. News*, t. XLVII, 181.
(2) D. Tommasi, *Electrochem. Zeitschr.*, t. XI p. 56.
(3) Klepl, *Journ. f. prakt. Chem.*, (2), t. XXV, p. 526.
(4) Lobry de Bruyn, *Zeitschr. f. phys. Chem.* t. X, p. 782.
(5) De Forcrand, *Comptes rendus*, t. CII, p. 551.

nier est parfaitement homogène. Après dessiccation, sur l'acide sulfurique et dans le vide, il fournit à l'analyse :

Cu : 35,9 p. 100; SO^4 : 42,1 p. 100. La formule : $(CuSO^4)^3,CuO,4CH^4O$, exige : Cu : 36,8 p. 100; SO^4 : 42,09 p. 100. Ce composé est donc constitué par un sulfate basique combiné à l'alcool méthylique.

Sulfate de cuivre anhydre. — Si l'on agite pendant une semaine environ le sulfate avec l'alcool méthylique, en ayant soin de renouveler celui-ci jusqu'à ce qu'il ne donne plus de solution bleue, on obtient un précipité vert, cristallisé en aiguilles, formé du même sel basique et donnant à l'analyse Cu : 36,2 p. 100; SO^4 :42,2 p. 100. Avec 16^{gr} $CuSO^4$ et 160^{cc} CH^4O, renouvelé 4 fois en huit jours, on obtient 10^{gr} de sel basique pur.

Ce sel est absolument stable dans le vide sulfurique ; il se décompose légèrement vers 110°; l'air humide lui fait perdre son alcool méthylique en le décomposant. L'eau le dissout partiellement en laissant insoluble un sel plus basique, vert.

On n'en doit pas conclure que le travail de de Forcrand soit inexact. Le sulfate mis en contact avec une petite quantité d'alcool méthylique fournit bien le sel $CuSO^4$, CH^4O, avec une trace de sel basique; sa proportion, insignifiante dans ce cas, augmente rapidement avec la quantité d'alcool jusqu'à produire la décomposition totale du sel d'abord formé.

Si nous comparons maintenant l'importance de la dissociation méthylique avec celle que produit l'eau à l'ébullition, nous trouvons que cette dernière est beaucoup plus faible. En effet, d'après les données de Pickering (*loc. cit.*) une solution aqueuse de sulfate de cuivre à 1,28 p. 100 laisse précipiter 2,5 p. 100 de son cuivre, à l'état de 6 $CuO,2SO^3,5H^2O$. Ceci correspond à l'enlèvement de 2,1 p. 100 de SO^3, tandis que l'alcool méthylique, en opérant avec la même dilution, enlève 23 p. 100 de SO^3 en précipitant 73 p. 100 du cuivre en sel basique et, dans le cas de sulfate anhydre à froid, 90 p. 100.

Je pense que l'explication de ce phénomène résulte de la formation d'éther-acide méthyl-sulfurique. Le sulfate de cuivre en solution étant toujours légèrement dissocié, la formation de cet éther acide romprait l'équilibre $SO^3 \leftrightarrows$ sel basique + sulfate, et provoquait la formation d'une nouvelle proportion de ce dernier.

J'effectue actuellement des essais en vue de déterminer si d'autres sulfates subiront la même décomposition. Celle-ci semble très faible avec les sulfates de cobalt et de nickel, mais par contre le sulfate de zinc donne lieu à la formation d'une notable proportion de sel basique.

Enfin des essais sont en voie d'exécution pour déterminer l'influence des autres alcools sur le sulfate de cuivre.

L'alcool éthylique fournit aussi un sel basique, mais en proportion extrêmement faible. On voit ainsi que l'alcool méthylique, premier terme des alcools gras, montre toujours une activité bien plus considérable que ses homologues supérieurs.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides diméthyl- et diéthylamido-benzoylbenzoïques dibromés et leurs dérivés.* Note de M. **E. Séverin**, présentée par M. A. Haller.

Acide diméthylamido-benzoylbenzoïque dibromé.

En condensant l'anhydride phtalique avec les dialcoylanilines en présence de Al Cl^3 MM. Haller et Guyot ont obtenu des acides dialcoylamido-benzoylbenzoïques.

Nos recherches ont porté sur l'acide phtalique dibromé de Guareschi [1] considéré par l'auteur comme un para-dérivé 1, 2, 3, 6.

L'anhydride de cet acide nous a servi à préparer les corps suivants :

Acide diméthylamido-benzoylbenzoïque dibromé

$$C^6H^2Br^2 \begin{cases} COC^6H^4Az \begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \end{cases} \\ COOH \end{cases}$$

Pour la préparation de cet acide on fait réagir la diméthylaniline sur l'anhydride dibromophtalique en présence de Al Cl^3 et de sulfure de carbone.

Quand la réaction est terminée, on élimine l'excès de CS^2, on traite l'huile verdâtre qui reste par une solution de 25^{cc} de SO^4H^2 dans un litre d'eau.

L'acide dibromé se sépare sous la forme d'une masse jaune verdâtre que l'on transforme en sel de soude.

On décolore au noir animal, on décompose le sel de soude par une solution de 20 p. 100 d'acide sulfurique. Il se précipite de l'acide jaune que l'on fait cristalliser dans l'alcool éthylique. Le rendement est de 70 p. 100.

Cristallise sous la forme de magnifiques paillettes jaune citron fondant à 249°; cet acide est insoluble dans l'eau froide, peu soluble dans l'eau chaude, assez soluble dans l'alcool éthylique et moins soluble dans l'alcool méthylique.

L'*anhydride acétylamido-benzoylbenzoïque dibromé*

$$C^6H^2Br^2 \begin{cases} COC^6H^4Az \begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \end{cases} \\ CO \diagdown \\ \qquad O \\ CH^3CO \diagup \end{cases}$$

[1] *Annalen*, 222-274.

s'obtient en chauffant en bain-marie pendant deux heures une partie d'acide avec trois parties d'anhydride acétique. Masse cristalline qui, reprise par le benzène bouillant et l'alcool à chaud, laisse déposer des paillettes brillantes d'anhydride mixte fondant à 195°.

Ether méthylique

$$C^6H^2Br^2 \begin{cases} COC^6H^4Az \begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \end{cases} \\ COOCH^3 \end{cases}$$

On le prépare en traitant l'anhydride mixte par du méthylate de soude en quantité calculée.

Cristaux blancs, très réfrangibles, fondant à 180° et donnant par saponification l'acide fondant à 249°.

L'*éther éthylique*

$$C^6H^2Br^2 \begin{cases} COC^6H^4Az \begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \end{cases} \\ COOC^2H^5 \end{cases}$$

se prépare de la même manière que son homologue inférieur

Petites aiguilles blanches fondant à 173° et donnant par saponification l'acide.

Le dérivé nitrosé

$$C^6H^2Br^2 \begin{cases} COC^6H^3 \begin{cases} Az \begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \end{cases} \\ AzO \end{cases} \\ COOH \end{cases}$$

se prépare par l'action du nitrite de soude sur la dissolution acétique de l'acide dibromé. Petites aiguilles jaunes fondant à 165°.

Acide diméthylamidobenzylbenzoïque dibromé

$$C^6H^2Br^2 \begin{cases} CH^2C^6H^4Az \begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \end{cases} \\ COOH \end{cases}$$

Se prépare par simple réduction de l'acide benzoylé, au moyen du zinc en grenailles et de l'acide chlorhydrique.

Le rendement est de 30 p. 100. L'acide réduit cristallise très difficilement. Il fond vers 253°.

Diméthylamidoanthraquinone dibromée

$$C^6H^2Br^2 \begin{cases} CO \\ CO \end{cases} C^6H^3Az \begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \end{cases}$$

Tout comme dans le cas de l'anthraquinone dichlorée la condensation

ne s'opère qu'en chauffant pendant trois heures l'acide réduit avec de l'acide sulfurique concentré à 66°. Dans ces conditions, il se forme d'abord une anthrone

$$C^6H^2Br^2\begin{matrix}\diagup CH^2 \diagdown \\ \diagdown CO \diagup\end{matrix}C^6H^3Az\begin{matrix}\diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3\end{matrix}$$

que l'acide sulfurique, agissant comme oxydant, transforme en une anthraquinone diméthylamidée

$$C^6H^2Br^2\begin{matrix}\diagup CH^2 \diagdown \\ \diagdown CO \diagup\end{matrix}C^6H^3Az\begin{matrix}\diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3\end{matrix} + 2SO^4H^2 = 3H^2O$$
$$+ 2SO^2 + C^6H^2Br^2\begin{matrix}\diagup CO \diagdown \\ \diagdown CO \diagup\end{matrix}C^6H^3Az\begin{matrix}\diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3\end{matrix}$$

Cette anthraquinone se présente en aiguilles rouge bronzé fondant à 218°.

Produits de condensation de l'acide phtalique dibromé avec la diéthylaniline.

En substituant à la diméthylaniline la diéthylaniline, on obtient par les mêmes procédés une série de corps tout à fait comparables aux dérivés de la série méthylénique.

Acide diéthylamidobenzoylbenzoïque dibromé

$$C^6H^2Br^2\begin{matrix}\diagup COC^6H^4Az\begin{matrix}\diagup C^2H^5 \\ \diagdown C^2H^5\end{matrix} \\ \diagdown COOH\end{matrix}$$

Paillettes jaunes fondant à 221°.

Anhydride mixte

$$C^6H^2Br^2\begin{matrix}\diagup COC^6H^4Az\begin{matrix}\diagup C^2H^5 \\ \diagdown C^2H^5\end{matrix} \\ \diagdown CO\diagdown \\ \qquad O \\ CH^3-CO\diagup\end{matrix}$$

Cristallise en paillettes blanches fondant à 159°.

Éther méthylique

$$C^6H^2Br^2\begin{matrix}\diagup COC^6H^4Az\begin{matrix}\diagup C^2H^5 \\ \diagdown C^2H^5\end{matrix} \\ \diagdown COOCH^3\end{matrix}$$

Cristaux réfrangibles fondant à 186° et donnant par saponification l'acide fondant à 221°.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les variations de la grandeur micellaire dans le colloïde hydrochloroferrique*. Note par M. **G. Malfitano**, présentée par M. Émile Roux.

Une solution à 5^{gr} p. 1000 de Fe^2Cl^6 dans l'eau pure, après avoir été chauffée à 115°-120° pendant 20 minutes, contient en plus de HCl et de Fe^2Cl^6 une matière composée de Fe^2, Cl, O, H, caractérisée par le phénomène de la diffraction de la lumière et par la précipitation en présence d'un excès de HCl ou, par exemple, de traces de SO^3. C'est le colloïde. Je me suis assuré qu'en prenant quelques précautions faciles à réaliser, une membrane en collodion, employée comme filtre, laisse passer intégralement une solution de Fe^2Cl^6 additionné de HCl; par contre la solution colloïdale abandonne en traversant cette membrane une partie notable de matière. Si la membrane sert pour la première fois les premières portions du liquide filtré sont toujours optiquement vides et ne se troublent pas par addition de K^2SO^4.

La membrane peut donc arrêter complètement la matière colloïdale et les analyses établies comparativement sur la liqueur totale et sur la solution filtrée montrent que l'on doit assigner à la matière ainsi retenue une composition où pour 1 Cl doivent entrer 2,3-2,7 Fe^2. En continuant la filtration sur la même membrane le liquide qui passe apparaît peu à peu coloré en rouge. Dans ce liquide coloré le phénomène de la diffraction n'est pas toujours sensible, mais constamment il se manifeste par l'addition de K^2SO^4.

Une partie de la matière colloïdale peut donc traverser la membrane après l'avoir modifiée. Celle-ci en effet est devenue fortement teintée en rouge et d'une manière indélébile. La membrane ainsi modifiée laisse passer d'emblée de la matière colloïdale si on l'emploie à filtrer une nouvelle portion de la liqueur primitive. Du reste les membranes dont l'épaisseur et le mode de préparation diffèrent laissent passer des quantités différentes de matière colloïdale. Les analyses établies comparativement sur les premières portions du liquide filtré exemptes de colloïde et les portions successives qui en contiennent permettent d'attribuer à la matière colloïdale qui traverse la membrane une composition où pour 1 Cl entrent 0,9 à 1,7 Fe^2. Ce sont donc les portions de colloïde les plus riches en Cl qui peuvent traverser la membrane. Toujours est-il que plus le colloïde est

pauvre en Cl, moins il paraît capable de teinter la membrane et de la traverser.

J'ai précédemment établi que l'on fait diminuer la teneur en Cl des micelles en les diluant dans des quantités de plus en plus grandes d'eau pure, ou ce qui revient au même si après avoir expulsé sur le filtre la plus grande partie du liquide intermicellaire on le remplace par de l'eau pure. D'autre part j'ai vu aussi que si l'on ajoute HCl aux préparations colloïdales les micelles s'enrichissent en Cl pour des doses faibles et s'appauvrissent pour des doses plus fortes. La méthode de filtration permettant de reconnaître la teneur en Cl des micelles indépendamment de celle de la liqueur totale il est facile de constater que ce sont seulement les plus riches en Cl qui sont capables de traverser la membrane.

Voici quelques exemples avec leur interprétation. Le résidu de la filtration de plusieurs litres de la solution colloïdale primitive, celle dont j'ai parlé au commencement, après avoir été lavé avec de petites portions d'eau pour le débarrasser de Fe^2Cl^6, contient en atomes-grammes $\times 10^{-3}$ au litre : Fe^2 803, Cl 248. Les premières portions que l'on obtient en filtrant ne contiennent que 6,5 HCl; le liquide qui filtre ensuite coloré en rouge, précipite par K^2SO^4 et ne donne pas de réaction avec KCy S, il contient Fe^2 3,1, Cl 3,4. Je représenterai ces données par des formules hypothétiques où l'on suppose pour chaque atome de Cl une unité physique et j'indiquerai ainsi les changements dans la distribution des radicaux quand on dilue ou qu'on ajoute HCl

	Composition de la matière retenue par le filtre	Composition du liquide filtré
Solution primitive	$241\,[H\,(Fe^2O^6H^6)\,3,3]\,Cl$	$6,5\,HCl + 3,1\,[H\,(Fe^2O^6H^6)]\,Cl$
Dilution avec 1 vol. H^2O	$117\,[H\,(Fe^2O^6H^6)\,3,4]\,Cl$	$5,6\,HCl + 1\,[H\,(Fe^2O^6H^6)]\,Cl$
— 3	$57\,[H\,(Fe^2O^6H^6)\,3,4]\,Cl$	4 HCl
— 19	$10\,[H\,(Fe^2O^6H^6)\,3,9]\,Cl$	2 HCl
La même dilution + 10 HCl	$11\,[H\,(Fe^2O^6H^6)\,3,2]\,Cl$	$10,5\,HCl + 0,5\,[H(Fe^2O^6H^6)]\,Cl$
— + 100 HCl	$5,8\,[H\,(Fe^2O^6H^6)\,5]\,Cl$	$96\,HCl + 10\,[H\,(Fe^2O^6H^6)]\,Cl$
— + 300 HCl	$0,6\,[H\,(Fe^2O^6H^6)\,16]\,Cl$	$121\,HCl + 31\,Fe^2Cl^6$

On voit qu'avec la dilution la quantité de HCl augmente aux dépens de la teneur en Cl du colloïde ; les micelles capables de traverser la membrane disparaissent. Par addition de HCl le colloïde redevient plus riche en Cl et les micelles capables de traverser la membrane réapparaissent, leur nombre augmente avec la quantité de HCl, mais en même temps une partie du colloïde, celle qui est retenue par le collodion s'appauvrit en Cl, jusqu'au moment où le colloïde étant tout précipité le liquide filtré ne renferme que HCl et Fe^2Cl^6.

La notation hypothétique que j'ai adoptée me paraît exprimer d'une façon satisfaisante les phénomènes que je viens d'exposer. La préparation col-

loïdale primitive serait constituée par un mélange de micelles dont chacune serait formée par 1, 2, 3 ou 4 molécules de $Fe^2O^6H^6$ groupées autour de l'ion H d'un couple HCl. Les micelles avec 1 ou 2 molécules de $Fe^2O^6H^6$ seraient seules capables à cause de leurs dimensions de s'insinuer dans les pores du collodion où d'abord elles resteraient fixées ; la membrane une fois imprégnée, les suivantes pourraient la franchir. Je me suis assuré en effet au moyen de l'osmose électrique par le procédé et l'appareil de M. Perrin que la membrane plongée dans une solution faiblement acide est électronégative, donc capable de fixer des particules électropositives, comme celles du fer colloïdal ; et la même membrane devient électropositive une fois qu'elle est imprégnée de ce colloïde. En somme je pense que l'on peut conclure que les dimensions des particules varient en raison inverse de leur teneur en Cl. Les variations des phénomènes optiques dans les solutions colloïdales concordent suffisamment avec cette opinion.

Le liquide qui filtre coloré en rouge où le fer est totalement précipité par K^2SO^4 contient les micelles les plus riches en Cl et il ne diffracte pas la lumière d'une manière sensible. Cela ne doit pas tenir à la dilution car les liqueurs dont la teneur en fer est la même et celle en Cl inférieure sont optiquement actives. Les particules colloïdales étant très pauvres en Cl peuvent atteindre des dimensions qui les rendent perceptibles même quand elles se trouvent diluées dans une grande masse d'eau. Pour apprécier les variations dans le phénomène de diffraction de ces liqueurs j'ai mesuré les épaisseurs de couches d'égale transparence et j'ai vu : 1° Si l'on fait varier la concentration du colloïde sans changer sa composition, en diluant avec le même liquide intermicellaire, la transparence varie assez approximativement en raison inverse de la quantité de colloïde. — 2° Si la teneur en Fe^2 reste constante, celle en Cl diminuant, la transparence des liqueurs diminue aussi mais irrégulièrement ; si l'on prend comme base la quantité de Cl, celle de Fe^2 augmentant la transparence diminue plus régulièrement. — 3° Quand l'on ajoute HCl au colloïde les variations sont irrégulières, seulement quand le colloïde s'est enrichi considérablement en Cl, la solution devient plus transparente jusqu'au moment où brusquement elle se trouble en précipitant.

Je pense que l'examen direct et le dénombrement des particules à l'ultra-microscope, selon la méthode de MM. Cotton et Mouton, pourra résoudre les deux questions connexes à savoir : si chaque atome de Cl constitue une micelle et si en perdant du Cl les micelles diminuent en nombre et augmentent en dimensions.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur un nouveau microbe producteur d'acétone.* Note de M. **L. Bréaudat**, présentée par M. Roux.

L'acétonurie, observée dans un grand nombre d'affections graves, donne à l'existence des bactéries productrices d'acétone, un intérêt d'autant plus grand que, jusqu'à ce jour, aucune explication satisfaisante n'a été fournie sur l'origine de cette substance et son passage dans l'urine.

Un premier microbe a été signalé par Schardinger ([1]) comme ferment acétonique, c'est le *B. Macerans* (B. du rouissage) qui donne un mélange d'acétone et d'alcool, dans la fermentation des divers hydrates de carbone.

Kayser ([2]) a trouvé des traces d'acétone parmi les produits de certaines fermentations lactiques.

Je crois intéressant d'attirer l'attention sur un microbe chromogène violet, qui produit également de l'acétone aux dépens des matières protéiques. Ce nouveau microbe provient de l'eau d'alimentation de Saïgon (Cochinchine) ([3]). Sans coloration, c'est un bacille court, épais (1μ-3μ) doué d'un mouvement rapide d'oscillation. Il prend facilement les couleurs d'aniline et apparaît alors, légèrement ovale, avec un espace clair central et les deux extrémités fortement colorées. Il ne se colore pas par la méthode de Gram. Ces observations ont été faites sur des cultures âgées de trois jours, en bouillon nutritif peptoné 1 p. 100.

Aérobie facultatif, il se développe bien à toutes températures entre 30° et 37°, et donne des spores rondes vers le 6e jour.

Il apparaît en colonies violettes sur gélose peptonisée, et cultive sur pomme de terre, sous la forme d'un enduit épais, de couleur violette foncée, presque noire. Les milieux liquides lui conviennent également; toutefois, il ne produit pas de pigment en l'absence de peptone, ni en l'absence d'air. *Son caractère le plus important est de donner de l'acétone en solution de peptone.* La culture devient rapidement ammoniacale et s'arrête; aussi, la quantité d'acétone produite dans ces conditions est-elle minime ($0^{gr},20$ à $0^{gr},40$ pour $1\,000^{cc}$). Mais si l'on additionne ce milieu de

([1]) Schardinger, *Wiener Klin. Woch.*, n° 8, 1904 et *Centralblatt für Bact.*, II, t. XIV, juillet 1905, pp. 772-781.

([2]) Kayser, *Annales Institut Pasteur*, 1894.

([3]) Bréaudat, *Les eaux d'alimentation de Saïgon.* Thèse Doctorat-Pharmacie, 1905.

saccharose et de carbonate de chaux, le liquide se maintient neutre et après 15 à 20 jours, le poids d'acétone peut atteindre $1^{gr},30$ pour $1\,000^{cc}$. Il se produit également de l'alcool éthylique et des acides volatils. Le liquide de culture ne contient plus ni saccharose, ni glucose.

D'autre part, cette bactérie liquéfie la gélatine sans donner de matière colorante si le milieu est exempt de peptone. Elle réduit les nitrates à l'état de nitrites sans dégagement gazeux. Elle coagule le lait; la culture est acide et contient de la présure. Le coagulum se liquéfie lentement et totalement; le liquide renferme alors de la caséase.

J'ai caractérisé l'*acétone* de la façon suivante. 10 litres du mélange : peptone Chapoteaut 10^{gr}; saccharose 30^{gr}; carbonate de chaux 4^{g}; eau q. s. pour $1\,000^{cc}$, ont été répartis en 20 matras d'une capacité de 2 litres chacun, stérilisés à 120° et ensemencés avec une culture de 3 jours. Après 1 mois de séjour à l'étuve à 30°, la totalité des liquides de culture a été distillée dans le vide, à 50 p. 100. Les 5 litres obtenus, concentrés au quart ($1\,250^{cc}$) dans l'appareil de Schlœsing furent amenés à 310^{cc} par une deuxième distillation en s'assurant chaque fois que le résidu ne donnait plus la réaction de Denigès (sel mercurique acide). Enfin, après plusieurs concentrations analogues dans un appareil plus petit et précipitation du liquide enrichi, par le carbonate de potassium, j'ai décanté 25^{cc} d'un liquide mobile, offrant une odeur très nette d'acétone et de densité 0,821 (D acétone = 0,810). La présence d'alcool éthylique dans ce liquide a été constatée par la distillation fractionnée et le point d'ébullition + 78° de la portion principale; cette portion donnait la réaction de l'alcool avec le sulfate chromique. La réaction de Blumenthal et Carl Neuberg (1) montra, en outre, l'existence d'un corps cétonique : à 10^{cc} du produit obtenu, j'ai ajouté 1 goutte de solution de chlorhydrate d'hydroxylamine à 10 p. 100, 1 goutte de NaOH à 5 p. 100, 2 gouttes de pyridine et 1^{cc} d'éther. J'ai additionné le mélange d'eau bromée par petites fractions et en agitant jusqu'à coloration de l'éther en jaune. A ce moment, une goutte d'H^2O^2 fit passer cette teinte au bleu clair (sensibilité : 1 : 5000).

J'ai préparé, en outre, à l'aide du distillat obtenu et comparativement avec une solution alcoolique d'acétone au dixième, la paranitrophénylhydrazone-acétone.

4^{cc} du produit ont été saturés à froid, de paranitrophénylhydrazine; la solution, additionnée de cinq fois son volume d'eau distillée, a précipité des cristaux en aiguilles soyeuses, jaunes dorées, qui ont été recueillies, essorées, séchées dans le vide sulfurique, redissoutes dans l'alcool à 95° froid et reprécipitées par l'eau.

Après trois purifications semblables, j'ai obtenu des cristaux fondant exactement à 148° (Bloc Maquenne, fusion instantanée) et donnant avec KOH alcoolique la coloration rouge-violet de la paraphénylhydrazone (Bamberger et Sternitzki).

Enfin, j'ai dosé l'acétone dans le produit obtenu, par la méthode de

(1) *Deutsche medicinische Wochenschrift*, 1901, n° 1, p. 6.

Iolles [1] qui consiste à combiner l'acétone au bisulfite de soude. D'après l'auteur la réaction est complète après 30^h de contact. Le titrage, avant et après, de la solution bisulfitique, donne le poids du sel combiné et par suite celui de l'acétone.

J'ai trouvé ainsi que 10 litres de culture ont produit $7^{gr},80$ d'acétone, soit $0^{gr},78$ en moyenne par litre.

Je propose de donner à cette nouvelle espèce le nom de *Bacillus violarius acetonicus*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude des matières albuminoïdes solubles du lait.* Note de MM. **Lindet** et **L. Ammann**, présentée par M. Th. Schlœsing.

I. Le pouvoir rotatoire que possède, dans le sérum du lait, l'ensemble des matières albuminoïdes, comparé à celui que Sebelien a attribué à la lactalbumine ($\alpha_D = -30$ à $-37°$), permet de supposer que celle-ci y est accompagnée d'une autre albuminoïde soluble, à pouvoir rotatoire plus élevé, et cette albuminoïde n'est autre que de la caséine, rendue soluble par son union avec le phosphate de chaux.

Un semblable composé a été déjà signalé par Hammarsten, qui l'obtenait en dissolvant de la caséine dans l'eau de chaux, et en saturant l'alcalinité de celle-ci par de l'acide phosphorique ; la caséine et le phosphate de chaux se maintiennent mutuellement en solution.

Nous avons reconnu que ce composé est un caséinate. On ne peut, en effet, le préparer en suivant une marche inverse, c'est-à-dire en saturant par la chaux une solution de caséine dans l'acide phosphorique; d'autre part, la caséine ne dissout le phosphate de chaux qu'en présence d'une eau calcaire.

Le pouvoir rotatoire de ce composé permet également de le considérer comme un caséinate. Le liquide obtenu par la saturation, au moyen de l'acide phosphorique, du caséinate de chaux, est toujours louche, même après filtration sur kaolin; mais on l'éclairait aisément en caillant par la présure, la partie de phosphocaséinate de chaux, qui est en suspension colloïdale ; la matière albuminoïde, qui est restée soluble et que l'on peut précipiter par le sulfate de mercure, possède un pouvoir rotatoire (α_D) de

(1) Iolles, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, n° 6, p. 1306.

— 116° 2. Ce pouvoir rotatoire est éloigné de ceux que présente la solution de caséine dans les sels (α_D = — 80°, d'après Hoppe-Seyler), dans l'acide acétique (α_D =. — 90° 5), et dans l'acide phosphorique (α_D = — 99° 1); mais il se rapproche au contraire de ceux que fournissent les solutions de caséine dans les alcalis, dans le carbonate de sodium (α_D = — 117° 5 à — 120°, 6, d'après Béchamp), dans la soude (α_D = — 116° 5 à — 118°), dans l'eau de chaux (α_D =— 116°o).

Nous avons précisément constaté la présence de ce phospho-caséinate de chaux dans le produit visqueux et plastique qui se dépose sur les bols des écrémeuses centrifuges, et qui est connu sous le nom de *boues*. Celles-ci, reprises par l'eau, donnent une solution claire, qui précipite incomplètement par l'acide acétique, et se coagule à la chaleur, entraînant de 6,5 à 7 p. 100 de phosphate de chaux. Le coagulum commence à se former à 30°, et se redissout d'autant plus facilement que le liquide a été chauffé à une moindre température. La matière albuminoïde, coagulée, présente déduction faite des cendres, la composition élémentaire de la caséine; elle en a les propriétés (dissolution dans les alcalis, dans les acides, dans les sels neutres; précipitation par dialyse des solutions salines, etc.). Son pouvoir rotatoire (α_D) est de — 119°5.

Quand on additionne de présure un sérum de lait filtré sur kaolin, on détermine le caillage de la partie colloïdale de la matière albuminoïde (18,5 p. 100); le pouvoir rotatoire que celle-ci possédait, à l'état colloïdal, peut se calculer d'après le pouvoir rotatoire des matières albuminoïdes du sérum primitif et du sérum emprésuré; or, ce pouvoir rotatoire a été trouvé de — 124° 1. De même, si l'on compare la teneur en matières albuminoïdes d'un sérum de lait emprésuré et d'un sérum de lait simplement filtré, on constate que le pouvoir rotatoire de la matière albuminoïde, éliminée par la présure (14 p. 100 de la matière albuminoïde totale), était de — 121° 6. Enfin, si l'on précipite partiellement par le sels, par l'alcool, par l'acide acétique, on constate encore que la matière albuminoïde qui reste sur le filtre, par rapport à celle qui serait passée dans le sérum du même lait simplement filtré, possédait, à l'état colloïdal, un pouvoir rotatoire voisin des précédents, (— 121° 6 avec le sel marin, — 112°.6 avec le chlorure de calcium, — 124° 6, avec l'alcool, — 114°.2, avec l'acide acétique.

La présence d'une matière albuminoïde ayant le même pouvoir rotatoire que le phosphocaséinate de chaux artificiel, dans les boues d'écrémeuses, et dans les caillés d'emprésurage, montre que la caséine est, dans le lait, en partie dissoute par le phosphate de chaux.

II. Si on laisse de côté les lactoglobulines, dont l'existence, surtout à l'état soluble, est loin d'être démontrée, on se trouve en présence de deux

matières albuminoïdes, l'albumine ($\alpha_D = -30°$), et la caséine ($\alpha_D = -116°$). Le pouvoir rotatoire des matières albuminoïdes totales des sérums filtrés se montre intermédiaire entre ces deux chiffres ($-62°$ à $-74°$). Quand on traite ces sérums filtrés par la présure, ou qu'on emprésure directement du lait, on abaisse le pouvoir rotatoire d'une quantité qui représente le phospho-caséinate caillé.

On peut dès lors baser sur cette observation une méthode pour estimer la quantité d'albumine contenue dans le lait; il suffit, pour cela, d'emprésurer un lait, et d'en filtrer le sérum sur du kaolin, puis de prendre le pouvoir rotatoire des matières albuminoïdes, en les précipitant par le sulfate de mercure, de calculer la proportion d'albumine et de caséine que ce pouvoir rotatoire représente, et de rapporter les chiffres obtenus à 920^{cc} de sérum, c'est-à-dire à un litre de lait.

Les laits de vaches que nous avons examinés ainsi contenaient de $2^{gr},3$ à $4^{gr},3$ d'albumine par litre ; un colostrum de trois jours en renfermait $6^{gr},8$. On trouve $4^{gr},2$ d'albumine par litre de lait de chèvre, et $8^{gr},2$ par litre de lait de brebis.

III. Des résultats qui précèdent, on peut tirer une conclusion intéressante relativement à la théorie du caillage, telle que l'a établie Hammarsten. La caséine se dédouble-t-elle, sous l'action de la présure, en paracaséine, insoluble en présence des sels de chaux, et en protéine soluble ?

Déjà, Duclaux avait remarqué que le sérum du lait emprésuré ne contient pas plus de matières azotées que le sérum du lait filtré. Nous avons constaté même qu'il en contient moins, la différence représentant le phosphocaséinate colloïdal, sur lequel la présure a porté son action.

En outre, nous venons de faire voir que la partie soluble, après présure, d'une solution artificielle de caséine dans le phosphate de chaux a le même pouvoir rotatoire que le phosphocaséinate des boues et des caillés d'emprésurage.

Il faut donc, pour expliquer le caillage du lait, abandonner la théorie chimique d'Hammarsten, et ne s'appuyer que sur les théories physiques, générales pour la coagulation des colloïdes. La présure ne porte son action que sur la partie du phosphocaséinate en suspension colloïdale. Reste à expliquer pourquoi un même composé prend en partie la forme colloïdale, en partie la forme soluble ; c'est de ce côté que nous comptons orienter de nouvelles recherches; mais on peut faire remarquer, dès à

présent, que la partie soluble entraîne, par rapport à la matière albuminoïde, une plus forte proportion de phosphate de chaux que la partie caillée, qu'il s'agisse d'un sérum de lait filtré, emprésuré (18,2, au lieu de 8,4 p. 100), ou d'une solution artificielle de phosphocaséinate (29,2, au lieu de 15,2 p. 100). La matière albuminoïde des boues d'écrémeuses se trouve d'ailleurs dissoute en présence de 32,5 p. 100 de phosphate de chaux.

HISTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude cytologique des bactéries.* Note de M. **A. Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les Bactéries restent le seul groupe de végétaux actuellement connus où l'on n'ait pu observer d'une manière précise un noyau ou quelque chose d'équivalent. Les nombreux auteurs qui ont abordé cette question sont arrivés aux résultats les plus contradictoires; il nous a donc paru intéressant de reprendre cette étude.

Prenons, pour résumer nos observations, le *Bacillus radicosus* que sa grande taille permet d'étudier facilement.

Sur gélose peptonisée, il se développe abondamment : pendant les vingt-quatre premières heures, les cellules se multiplient activement; à partir de ce moment, la division se ralentit et la sporulation commence. Au bout de deux jours, un grand nombre de cellules ont déjà formé leurs spores. Dans les dix premières heures de la culture, les cellules présentent un aspect homogène avec une petite vacuole centrale : leur cytoplasme se colore fortement et sans différentiations; il présente cependant, après certaines fixations, une apparence légèrement granuleuse, mais les granulations ne sont pas suffisamment nettes pour pouvoir être considérées avec certitude comme des chromidies. Après fixation au Zenker et coloration à l'hématoxyline ferrique, on observe dans presque chaque cellule un gros granule central, fortement coloré, qu'on pourrait prendre pour un noyau. Une observation attentive montre que ce granule n'est pas un noyau, mais qu'il représente le début de la formation de la cloison transversale destinée à diviser les cellules. Le cloisonnement paraît, en effet, s'effectuer de la manière suivante : au milieu de la cellule et sur ses deux parties latérales apparaît un petit granule très coloré qui semble naître aux dépens d'une condensation du cytoplasme. Les deux petits granules ainsi formés ressemblent à deux noyaux venant de se séparer. Ils se soudent l'un à l'autre au milieu de la cellule et présentent bientôt l'aspect d'un gros disque bi-concave séparant la cellule en deux portions et présentant tout à fait l'aspect d'un noyau. A un stade plus avancé, ce disque se clive en deux bandes colorées, par la formation en son milieu d'une zone hyaline suivant laquelle s'effectuera la séparation des deux cellules. Les noyaux décrits récemment par Bohuslav Rayman et Karel Kruis sont dus certainement à un phénomène analogue; il est aisé de s'en rendre compte en

examinant attentivement et à la loupe les microphotographies publiées par ces auteurs. Mencl paraît avoir commis la même erreur dans ses premières recherches.

Après 10 ou 12^h, les cellules changent d'aspect : elles se vacuolisent et leur cytoplasme se remplit de fines granules colorables, de dimensions variables ; ces granulations semblent surtout s'accumuler aux deux pôles de la cellule ou vers le milieu ; parfois elles forment une sorte de chapelet suivant l'axe. Au bout de 24^h, toutes les cellules offrent une superbe structure alvéolaire, analogue à celles qu'ont décrite Bütschli et Schaudinn ; les deux pôles renferment généralement un épaississement cytoplasmique fortement coloré. La trame des alvéoles est occupée par des granulations très fines, mais assez nettes, qui à ce moment pourraient être plus facilement considérées comme des granulations chromatiques. Le spore apparaît à l'un des pôles sous forme d'un petit granule, à structure homogène, très colorable, qui présente tous les caractères d'un noyau, comme l'avait remarqué Kunstler.

Ce granule grossit, prend une forme ovale, puis il s'entoure d'une membrane très épaisse qui s'oppose alors à la pénétration des colorants. Pendant la formation de la spore, le cytoplasme reste granuleux, les spores ne paraissent donc pas dériver de la condensation des granules du cytoplasme ou au moins ne dérivent que d'une partie d'entre eux. Une fois formée, la spore grossit peu à peu aux dépens du cytoplasme qui n'a pas été employé à sa formation et qu'elle absorbe. En somme les spores naissent suivant un procédé très analogue à celui qu'a décrit Schaudinn dans *B. sporonema*.

Sur carotte ou sur pomme de terre, le *B. radicosus* présente une structure très intéressante : il offre un cytoplasme alvéolaire, dont la trame renferme dans toute la partie centrale une grande quantité de granulations ressemblant tout à fait à des granulations chromatiques. Il semble donc se produire ici une localisation de la chromatine au centre de la cellule, localisation qui paraît tenir à la présence du glycogène (absent dans les autres milieux) lequel est sécrété en abondance aux deux pôles.

On ne rencontre de corpuscules métachromatiques dans cette espèce que très rarement et dans des conditions spéciales.

Les autres Bactéries que nous avons avons étudiées présentent les mêmes caractères (*B. mycoides*, *B. megaterium*, *B. limosus*). Certaines (*Spirillum volutans*, *B. alvei*) offrent dans la plupart des milieux une grande abondance de corpuscules métachromatiques. Dans *Astasia asterospora*, on observe le plus souvent un seul corpuscule métachromatique au centre de chaque cellule, lequel ressemble tout à fait à un noyau. C'est très probablement ce corps qu Arthur Meyer à décrit comme noyau.

Que doit-on conclure de ces observations ? Tout d'abord, il ne paraît pas exister chez les Bactéries un véritable noyau. Les noyaux décrits par Meyer, Bohuslav Rayman et Karel Kruis, Mencl (dans son premier mémoire) semblent résulter de fausses interprétations. De toutes les observations récentes favorables à l'existence du noyau, il ne reste guère que celles de Vejdovsky, de Kunstler et Gineste et de Mencl (dans son dernier mémoire), On ne peut rien dire des observations de Kunstler et

Gineste, leur mémoire définitif n'ayant pas encore paru; les espèces étudiées par Mencl se rapportent au genre Cladothrix qui est peut-être très différent des Bactéries endosporées; quant à Vejdovsky, il a certainement observé un noyau, comme nous l'avons constaté sur les préparations très démonstratives qu'il a eu l'obligeance de nous communiquer, mais les espèces qu'il a étudiées pourraient bien n'être pas des Bactéries. Existerait-il un noyau que la technique actuelle ne permettrait pas de différencier? Cela semble peu probable. D'un autre côté, dans les espèces que nous avons étudiées, le corps central tel que l'a décrit Bütschli n'existe pas. Faut-il voir, dans les fines granulations cytoplasmiques, peu distinctes au début du développement, plus accusées dans la suite, que l'on rencontre presque toujours dans la cellule des Bactéries, l'équivalent d'un noyau, sous forme d'un système chromidial? L'hypothèse la plus vraisemblable serait peut-être de considérer, avec Schaudinn, les Bactéries comme renfermant une chromatine plus ou moins mélangée au cytoplasme, différenciée parfois à l'état de chromidies et se précipitant lors de la sporulation pour former la spore qui serait constituée en majeure partie de chromatine. La structure décrite par Schaudinn dans le *B. Butschlii*, d'ailleurs plus évolué, serait un état plus différencié de cette structure très simple, primitive ou dégénérative.

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau copépode parasite d'*Amphiura squammata. Note de M. **E. HÉROUARD**, présentée par M. Yves Delage.

En 1889, W. Fewkes en observant des *A. squammata* avait remarqué que certaines d'entre elles présentaient dans un interradius une coloration rouge, que les sacs incubateurs de cet interradius ne contenaient jamais de jeunes Amphiures et que l'ovaire avait dégénéré en une masse amorphe dans laquelle les ovules n'étaient plus reconnaissables. Il indiqua qu'on trouvait à la place, tantôt des paquets d'œufs colorés en rouge vif, tantôt, provenant de ces paquets d'œufs, de petits copépodes à tous les stades de leur développement. Il déduisait de ces faits, que l'on se trouvait en présence d'un cas curieux de parasitisme où la castration était un bénéfice direct pour la descendance du parasite, les nauplius ne risquant plus d'être mangés dans le sac incubateur par les jeunes Amphiures qui s'y seraient développées sans cette castration préalable.

On rencontre sur la plage du laboratoire de Roscoff *Amphiura squammata* en abondance et il n'est pas rare d'en trouver présentant l'aspect signalé par W. Fewkes, mais les conclusions résultant de mes observations sont différentes de celles auxquelles cet auteur est arrivé. Ce qui a été pris pour une masse amorphe est en réalité la femelle d'un copépode extrêmement déformé, mais dont on peut reconnaître nettement la forme si on ouvre le sac de l'Amphiure avec précaution. On est donc ramené à un cas de castration parasitaire normal, mais la biologie de ce copépode n'en est pas moins intéressante, car, en raison de l'espace restreint dans lequel il se trouve enfermé, ses appendices se sont transformés en arceaux extenseurs destinés à dilater le sac de l'Ophiure et à ménager ainsi un espace libre permettant aux ovisacs du copépode de trouver place au moment de la ponte.

La femelle présente un corps globuleux prolongé par un abdomen cylindro-conique, arqué à convexité dorsale. Les premières antennes sont de petits appendices coniques, dressés, situés à la base et en dedans des deuxièmes antennes. Celles-ci ont la forme de deux grands bras arqués à concavité interne, elles sont bifurquées : la branche antérieure de la bifurcation est cylindrique, prolonge en direction et en grosseur la partie basilaire et porte à son extrémité deux lobes dont l'un est de forme crochue mais de consistance molle; la branche postérieure est conique. Les deux paires d'appendices buccaux sont de petits tubercules coniques situés sur la ligne médiane entre les bases des deuxièmes antennes et rapprochés l'un de l'autre. De chaque côté de la partie renflée du corps se trouve une paire d'appendices latéraux bifurqués dès l'origine et enfin, dépendant de l'abdomen, au tiers de sa longueur, se trouve une paire d'appendices filiformes. Tous ces appendices sont mous et turgescents.

Le mâle est de forme triangulaire, renflé du côté normal. Les deux angles antérieurs placés symétriquement portent un long appendice conique présentant à la base un mamelon saillant terminé par une griffe acérée. L'angle postérieur est prolongé par un abdomen cylindro-conique présentant à son tiers proximal une paire de papilles génitales latérales et se termine par une petite bifurcation.

On trouve en compagnie de la femelle de un à quatre de ces mâles pygmées fixés à l'aide de leurs crochets au voisinage de la base de l'abdomen. Ils mesurent 5/10 de millimètre de longueur. La position de la femelle dans l'hôte est à peu près constante : son plan de symétrie correspond au plan interradial de l'Ophiure, son abdomen est tourné du côté distal et ses appendices buccaux sont fixés à la paroi dans la région correspondant à la plaque orale.

Les grandes antennes et les appendices abdominaux sont incrustés dans la paroi du sac génital qu'ils dilatent pour permettre la sortie des ovisacs et jouent probablement un rôle dans la nutrition du parasite, comme cela existe pour les deuxièmes antennes,

des Monstrillides avec lesquelles ces appendices présentent une grande analogie de forme et de structure.

La position systématique de ce copépode est difficile à préciser en raison des caractères présentés par le mâle, car tandis que la femelle offre une

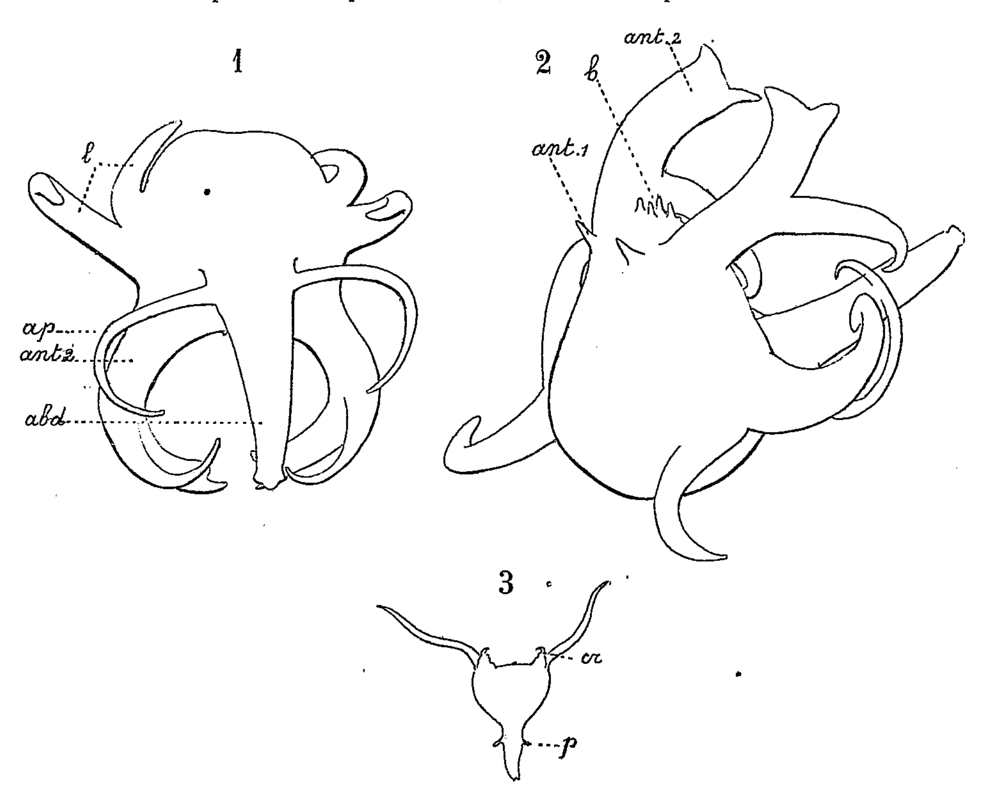


Fig. 1. — Femelle vue de dos : *abd.* abdomen, *ant.* 2 deuxième antenne, *ap.* appendice abdominal, *l.* appendice latéral.

Fig. 2. — Femelle vue de trois quarts : *ant.* 1 première antenne, *ant.* 2 deuxième antenne, *b.* appendices buccaux.

Fig. 3. — Mâle pygmée. *cr.* crochets, *p.* papilles génitales.

analogie évidente avec celle du *Philichthys scienæ* de Richardi, le mâle de cette dernière espèce est rectiligne et nettement segmenté. Malgré cette différence je crois devoir attribuer, jusqu'à nouvel ordre, à ce parasite le nom de *Philichthys amphiuræ*.

C'est le seul exemple connu jusqu'ici de copépode endoparasite dans la classe des Ophiurides.

ZOOLOGIE. — *Sur un type nouveau d'Alcyonaire de la famille des* Virgularidæ. Note de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

J'ai recueilli en 1904, dans les sables vaseux situés au pied de la Résidence, à Djibouti, un Alcyonaire qui constitue un type nouveau de la famille des *Virgularidæ*.

Le corps de cette Virgulaire, dont les plus grands exemplaires n'atteignent guère qu'une dizaine de centimètres de longueur, est constitué par une tige rectiligne, grêle, non ramifiée, le *rachis*, se terminant à sa partie inférieure par un renflement, le *pédoncule* et portant latéralement les polypes. Ceux-ci sont groupés au nombre de cinq au plus en lames absolument dépourvues de spicules, insérées un peu obliquement sur le rachis, rétrécies à leur base et disposées en deux séries latérales qui ne se correspondent pas exactement; la discordance, qui n'est pas très marquée, s'accentue généralement vers l'extrémité supérieure. Ce n'est guère que dans le tiers supérieur du corps qu'elles présentent leur complet développement; au voisinage du sommet qui reste nu, le nombre de leurs polypes constituants et, par suite, leur largeur diminuent progressivement. Elles ne se recouvrent pas mutuellement et sont même, dans cette région, assez largement séparées les unes des autres. Les saillies qu'elles forment sur le rachis décroissent régulièrement, à partir des plus inférieures à cinq polypes, à mesure qu'on se rapproche du pédoncule ; elles disparaissent complètement à la limite du quart inférieur de l'animal. Entre les dernières indications des lames polypifères et le pédoncule, le rachis est cylindrique et nu. Sur la face dorsale, on voit, entre deux lames consécutives, un seul siphonozoïde bien développé et un autre, plus réduit, situé extérieurement au précédent ; dans leur ensemble, ces siphonozoïdes forment de chaque côté deux rangées longitudinales parallèles à l'axe et composées d'autant de siphonozoïdes qu'il y a de lames polypifères ; ceux-là deviennent indiscernables dans la partie inférieure du rachis.

Sur la face ventrale, on observe, de chaque côté, disposées parallèlement les unes aux autres, très serrées, de petites taches blanches transversales qui correspondent à autant de tubes mettant en communication la cavité interne de la virgulaire avec l'extérieur. Ces tubes ne s'étendent pas vers le pédoncule aussi loin que les premières ébauches des polypes. En revanche, vers le sommet, ils dépassent le niveau des lames polypifères.

Le rachis est soutenu dans toute sa longueur par un axe rigide imprégné de calcaire qui se termine dans la partie supérieure du pédoncule. Sur cet axe s'appuient les cloisons qui divisent la cavité du rachis en quatre canaux : un dorsal, un ventral, deux latéraux ; dans la région comprise entre l'extrémité du pédoncule et les premiers polypes, il n'existe qu'une cloison transversale. Les polypes qui sont de taille décroissante, dans chaque lame, du plus ventral au plus dorsal, présentent les caractères généraux de ceux des *Virgularidæ;* chacun d'eux est porté au sommet d'un calice indépendant qui s'ouvre dans le canal latéral correspondant et dans lequel il peut se rétracter. Les lames polypifères résultent de l'accolement et de la soudure de ces tubes polypifères. C'est dans les polypes incomplètement développés de la région inférieure que se forment les produits sexuels dont certains individus sont bourrés.

Les siphonozoïdes les plus grands débouchent dans le canal dorsal; les autres, plus éloignés du plan de symétrie, dans les canaux latéraux. Quant aux tubes ventraux, dont la paroi est formée par de hautes cellules épithéliales ciliées, ils s'ouvrent d'une part à l'extérieur, de chaque côté et extérieurement à la cloison de séparation des canaux latéral et ventral et d'autre part dans le canal ventral, après avoir traversé cette cloison. Ces tubes sont fort nombreux, il y en a jusqu'à une dizaine entre deux lames polypifères consécutives.

Les quatre grands canaux longitudinaux sont ainsi en relation directe avec l'extérieur : le dorsal, par les siphonozoïdes dorsaux, les latéraux par les siphonozoïdes latéraux et par les polypes; le ventral par les tubes à paroi ciliée.

L'axe calcaire se termine à la partie supérieure du pédoncule, dans le canal dorsal.

Par l'ensemble de ses caractères, cet Alcyonaire se range dans la famille des *Virgularidæ* et se rapproche surtout du genre *Scytalium* Herklots, dont les polypes sont logés aussi dans des calices distincts et dont le pédoncule n'est pas nettement délimité vis-à-vis du rachis. Il s'en sépare par ses lames polypifères de moins en moins développées vers la partie inférieure et établissant une transition insensible entre le rachis et le pédoncule, par l'absence de spicules, par la forme de la section de l'axe squelettique, etc. Il s'en distingue, en outre, comme de tous les genres de la même famille, par les tubes ciliés transversaux qui font communiquer le canal ventral directement avec l'extérieur et dont le nombre considérable contraste avec la réduction exceptionnelle du nombre des siphonozoïdes. C'est là le trait morphologique le plus saillant de ce genre nouveau de Virgulaire que je propose d'appeler *scytaliopsis* en raison de sa ressemblance avec le genre *Scytalum* Herklots.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'excrétion des purines (xantho-uriques) et de l'acide urique endogènes.* Note de M. **PIERRE FAUVEL**, présentée par M. Edmond Perrier.

Il y a peu de temps encore on admettait un rapport constant entre l'*acide urique* et l'urée excrétée et on fixait ce rapport aux environs de 1/40. Haig, après des années d'observation, admet 1/35, pour le rapport des *xantho-uriques* à l'urée. C'est à peu près le même chiffre : 1/34,5 que j'ai obtenu comme moyenne de 60 analyses, réparties sur toute l'année 1905, pour un sujet suivant un régime végétarien *presque* sans purines. Tout récemment Desgrez et Ayrignac [1] ont trouvé un rapport variable suivant la nature du régime. Ceci était à prévoir, car on tend indirectement à admettre que les xantho-uriques et l'acide urique excrétés se composent : 1° d'une quantité fixe d'origine endogène, 2° d'un surplus provenant des purines des aliments ; le rapport doit donc varier suivant la richesse du régime en purines.

La détermination du minimum d'acide urique endogène a déjà fait l'objet de plusieurs travaux, mais les uns envisagent seulement l'acide urique, les autres l'ensemble des purines. Les uns admettent pour ce minimum une valeur fixe, indépendante des individus, les autres le jugent variable d'un individu à l'autre.

Hall a trouvé pour le minimum des *purines* endogènes une valeur de $0^{gr},435$ à $0^{gr},487$ (exprimée en acide urique) par vingt-quatre heures ; Buriau $0^{gr},459$. Pour l'*acide urique*; Pfeil et Soetbeer indiquent $0^{gr},285$ et $0^{gr},308$; Hönes (moyenne de 14 individus) $0^{gr},344$.

J'ai repris ces recherches sur deux sujets : M. (33 ans, 64 kg.) et F. (39 ans, 66 kg.), dans différentes conditions : 1° au régime lacto-végétal (lait 2 000 à $2\,300^{gr}$, biscuits 160^{g}, albumine 86 à 96^{gr}) ; 2° au régime strictement végétal et *sans purines* (pain 300^{gr}, biscuits 60^{gr}, choux 140^{gr}, pommes de terre 240^{gr}, farine de maïs 30^{gr}, beurre de coco 40^{gr}, confitures 60^{gr}, orange 100^{gr}, boisson eau pure, albumine 39^{gr}, calories 2 000).

Les xantho-uriques ont été dosés par la méthode d'Haycraft-Denigès, l'acide urique par celle de Folin et Shaffer et par HCl. Les résultats sont exprimés en acide urique. Le tableau suivant donne la *moyenne* de chaque période d'expérience et la composition de l'urine. L'acidité est évaluée en SO^4H^2, à la phénolphtaléine, les chlorures en NaCl.

---

(1) *Comptes rendus*, 2 avril 1906.

	VOLUME	ACIDITÉ	URÉE	XANTHO-URIQUES	ACIDE URIQUE	NaCl	P^2O^5	ALBUMINE INGÉRÉE
M. régime lacté, 3 jours.	1750	2,59	29,67	0,510	0,290	7,56	3,28	96,13
F. régime lacté, 3 jours.	1270	2,22	26,80	0,460	0,340	6,51	3,18	86,10
F. régime strictement végétal 20 jours.	972	1,11	11,18	0,406	0,318	8,42	1,32	39,10

Avec un régime sans purines l'acide urique ne précipite plus par l'acide chlorhydrique, tout au plus en obtient-on ainsi parfois des traces impondérables.

Les chiffres ci-dessus concordent bien avec ceux des auteurs que nous avons cités et montrent que le minimum des purines et de l'acide urique endogènes est sensiblement constant et indépendant de la quantité d'azote ingérée. Ce minimum étant fixe, tandis que l'urée peut être abaissée à volonté, en diminuant l'azote de la ration, on comprend qu'avec une ration peu azotée et *sans purines* le rapport de l'acide urique à l'urée augmente forcément. Nous trouvons ainsi pour le rapport des xantho-uriques à l'urée : M. régime lacté = 1/58 ; F. régime lacté = 1/58 ; F. régime végétarien = 1/34,5 ; F. régime végétarien *peu azoté* = 1/27,5 et pour le rapport de l'acide urique à l'urée : M. régime lacté = 1/102 ; F. régime lacté = 1/79 ; F. régime végétal = 1/64,5 ; F. régime végétal peu azoté = 1/35. On ne peut fixer un coefficient spécial au régime lacté, lacto-végétarien, végétarien ou carné. Dans chacun de ces régimes on peut faire varier le rapport à volonté en prenant des aliments plus ou moins riches en purines et plus ou moins azotés. Avec des légumineuses, des asperges, du chocolat, du café et de la bière on peut obtenir un régime strictement végétal aussi riche en purines que le régime carné.

Pour les mêmes raisons on obtiendra, à volonté, des variations parallèles du rapport azoturique, qui baissera avec un régime pauvre en albumine, l'azote de l'urée diminuant et celui des purines ne variant pas et ceci indépendamment de la nature animale ou végétale du régime. Dans notre cas, au régime végétarien absolu, sans purines, ce rapport a oscillé entre 0,81 et 0,89, tandis qu'au régime lacté, riche en azote et sans purines, il était de 0,90 à 0,95, en moyenne, pour les deux sujets.

En résumé, la quantité de purines et d'acide urique endogènes est constante pour un même sujet suivant un régime alimentaire *exempt de purines*, qu'il soit d'ailleurs lacté, lacto-végétal ou strictement végétal. Cette quantité paraît aussi varier fort peu d'un individu à l'autre. Elle est en moyenne,

par vingt-quatre heures, de $0^{gr},400$ à $0^{gr},500$ pour les xantho-uriques et de $0^{gr},280$ à $0^{gr},350$ pour l'acide urique. Ces chiffres sont indépendants de la quantité d'albumine ingérée et de l'urée excrétée. Il n'y a donc pas de rapport constant entre l'acide urique ou les xantho-uriques et l'urée, pas plus qu'entre l'azote de l'urée et l'azote total. Si dans la pratique courante ces rapports paraissent constants c'est parce que la plupart de nos aliments ordinaires riches en azote sont aussi riches en purines.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'état des muscles adducteurs pendant la vie chez les Mollusques Acéphales.* Note de M. **F. Marceau**, présentée par M. Edmond Perrier.

L'observation courante permet de constater que les Mollusques Acéphales ont des périodes alternatives plus ou moins longues de fermeture et d'ouverture de leurs valves. Par exemple les Mactres, les Cardiums, les Myes et surtout les Lutraires, les *Solens*, les *Pectens* ont leurs valves presque constamment bâillantes, tandis que les Anodontes, les Moules, les Tapes, les Vénus, les Huîtres et surtout les Dosinies les ont presque constamment fermées. Il m'a paru intéressant de rechercher s'il n'y a pas un certain rythme dans les durées des périodes d'ouverture et de fermeture des valves et si pendant les périodes d'ouverture de ces valves, les muscles adducteurs sont complètement au repos ou bien au contraire sont le siège de contractions et de relâchements alternatifs incomplets amenant de faibles et lents mouvements des valves passant inaperçus à la simple observation.

J'ai employé la méthode suivante :

On fixe l'une des valves du Mollusque sur un bloc de fer ou de plomb à l'aide de poix de Bourgogne. Près du bord libre de l'autre valve on perce au foret un petit trou et on y introduit un fil qu'on lie solidement à l'extrémité inférieure d'une tige verticale légère dont l'autre extrémité est reliée elle-même à la courte branche d'un levier du premier genre très mobile et dont la longue branche est munie d'une plume qui se déplace suivant la génératrice d'un cylindre vertical mû par un mouvement d'horlogerie. On plonge le bloc métallique dans une cuvette contenant, suivant le cas, de l'eau douce ou de l'eau de mer qui pourra être renouvelée si besoin est. Les ouvertures et les fermetures de la valve restée mobile se traduisent respectivement par des descentes et des élévations de la plume qui en raison du mouvement du cylindre trace des lignes descendantes et montantes plus ou moins obliques. Pour étudier dans leur ensemble les durées relatives

des périodes de fermeture et d'ouverture des valves, on prend un cylindre faisant un tour en une semaine (le cylindre du thermomètre ou du baromètre enregistreur de RICHARD convient très bien). Pour étudier plus en détail les particularités des périodes de fermeture et d'ouverture on prend un cylindre faisant un tour en 13 heures. L'amplification du levier le plus convenable m'a paru être 2,5.

Mes recherches ont porté sur les espèces suivantes :

MOLLUSQUES D'EAU DOUCE : *Anodonta Cygnea*, *Unio margaritana*. MOLLUSQUES MARINS : *Cardium edule*, *Dosinia exoleta*, *Lutraria elliptica*, *Mya arenaria*, *Mytilus edulis*, *Ostrea edulis*, *Tapes decussatus*, *Venus verrucosa* (1). Voici les conclusions auxquelles elles m'ont conduit : 1° Un Acéphale ayant vécu un certain temps hors de l'eau et mis en expérience ne tarde pas en général à exécuter des mouvements d'ouverture et de fermeture d'un rythme assez régulier. L'amplitude de ces mouvements est en général assez grande au début et elle diminue ensuite peu à peu. Parfois cependant c'est le contraire qui se produit. Le rythme de ces mouvements est d'abord assez rapide (1 à 3 par quart d'heure), puis il devient de plus en plus lent (1 par heure, par plusieurs heures et même par jour). Une nouvelle série de mouvements analogues recommence jusqu'à ce que les valves atteignent leur position habituelle (ouverture ou fermeture), mais leur nombre est moins grand qu'au début de l'expérience.

2° Chez les Acéphales dont les valves sont le plus habituellement fermées (Anodonte, Huître, Unio, Tapes, Vénus, Cardium), la diminution d'amplitude des mouvements porte sur l'ouverture, de sorte que peu à peu les valves arrivent à être à peu près complètement en contact, la distance entre leurs bords antérieur et postérieur n'atteignant pas un 1/2 millimètre au plus. Elles exécutent alors et à intervalles plus ou moins éloignés de faibles mouvements d'ouverture et de fermeture de même amplitude.

3° Chez les Acéphales dont les valves sont le plus habituellement ouvertes, Lutraire, Mye, Solen, la diminution d'amplitude des mouvements porte au contraire sur la fermeture, de sorte que les valves bâillent de plus en plus

(1) Mes expériences sur les Mollusques marins ont été faites à Besançon dans de l'eau de mer artificielle où la plupart vivent d'ailleurs aussi bien que dans l'eau de mer naturelle, au moins pendant une huitaine de jours et se comportent de la même façon, ainsi que je m'en suis assuré.

jusqu'à arriver à une position limite, à partir de laquelle la fermeture et l'ouverture ont la même amplitude [1].

4° Les mouvements de fermeture sont en général presque aussi rapides que ceux provoqués par excitation mécanique des bords du manteau, tandis que les mouvements d'ouverture sont excessivement lents (de quelques minutes à 3/4 d'heure suivant l'amplitude). Ces derniers mouvements sont en général continus, mais parfois ils présentent des périodes d'arrêt assez courtes (ils sont saccadés), phénomène à peu près constant et très net chez le *Pecten varius*.

5° Ainsi, alors que les valves d'un Acéphale presque fermées ou largement ouvertes paraissent immobiles à la simple observation, elles exécutent à partir de cette position des mouvements d'ouverture et de fermeture incessants dont l'amplitude et le rythme sont variables. Il résulte de ce fait que les muscles adducteurs des Acéphales ne sont à aucun moment au repos complet, tendus plus ou moins par la résistance élastique du ligament interne plus ou moins déformé, ils la surmontent plus ou moins complètement et à intervalles assez réguliers. Le ligament joue en somme vis-à-vis de ces muscles le rôle de muscles antagonistes contrariant constamment leur action, mais avec une intensité variable. Ces conditions de distension constante avec contractions et relâchements intermittents sont nécessaires à la vie des muscles adducteurs et le grand principe de physiologie générale, *tout organe qui ne travaille pas s'atrophie*, trouve là une éclatante confirmation.

PATHOLOGIE. — *Sur la tuberculose pulmonaire du tigre et la néoformation d'un épithélium pavimenteux stratifié aux dépens de l'épithélium des terminaisons bronchiques*. Note de M. **P. Achalme**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les processus de défense de l'organisme contre la tuberculose sont toujours d'un grand intérêt à la fois théorique et pratique. Les grands

(1) Les Moules, qui cependant conservent leurs valves fermées très facilement et pendant assez longtemps, se comportent souvent comme les Acéphales dont les valves bâillent habituellement.

Les Dosinies, qui peuvent vivre pendant 20 à 30 jours dans l'eau de mer artificielle, ne s'ouvrent que très rarement, mais leur ouverture dure 1 heure. Il serait intéressant de savoir comment elles se comportent dans les conditions physiologiques.

félins ne sont pas à l'abri de l'infection bacillaire, mais, dans certains cas, cette dernière semble très localisée et a peu de tendance à se généraliser, comme à l'ordinaire, par l'envahissement du système lymphatique. Une particularité histologique que nous avons observée à l'autopsie d'un tigre royal, mort après dix mois de captivité à la ménagerie du Muséum, peut, au moins dans ce cas particulier, expliquer cette immunité relative.

Autopsie d'nn tigre royal le 20 janvier 1906, faite en collaboration avec M. le D^r Gervais, assistant au Muséum.

Cavité thoracique. — Le péricarde contient un peu de liquide citrin; la surface est normale et l'on ne trouve aucune fausse membrane, même dans les culs-de-sac. Les cavités du cœur sont normales.

Les plèvres sont libres de toute adhérence et ne présentent aucune fausse membrane.

Le poumon gauche est congestionné avec quelques points emphysémateux. (L'animal ayant été sacrifié par le chloroforme, il se peut qu'il s'agisse là de lésions agoniques.) A la palpation on sent des noyaux indurés parsemés dans le parenchyme. Sur la coupe, ces parties indurées représentent des noyaux de broncho-pneumonie lobulaire avec quelques points suppurés formant de petites cavernules de la grosseur d'un pois. Les lésions sont disséminées dans les trois lobes avec prédominance au lobe inférieur (ou postérieur).

Le lobe supérieur (ou antérieur) présente des lésions analogues à celles du poumon gauche. Dans le lobe moyen, la confluence des noyaux lobulaires donne à la lésion l'aspect d'une pneumonie pseudo-lobaire. Sur la coupe, on fait sourdre des bronches moyennes un liquide purulent, d'apparence un peu rougeâtre (brique pilée). Aucune apparence de caséification.

Le lobe inférieur est entièrement converti en une vaste caverne; toute la substance du poumon est détruite, bien que la plèvre ne soit à ce niveau ni épaissie, ni adhérente. La caverne est remplie en partie d'un liquide purulent rougeâtre, légèrement granuleux, sans odeur. La paroi est anormalement brillante et lisse; des colonnes de Laennec assez volumineuses, font relief sur la paroi ou traversent la cavité.

Cavité abdominale. — Péritoine, intestin, cæcum, organes génitaux sains. Reins et foie un peu gras. Rate normale. Capsules surrénales saines.

Examen bactériologique. Pus de la caverne. — Bacilles tuberculeux extrêmement abondants sans association. Les cultures sur gélose ne donnent que quelques rares colonies d'un coccus blanc sans virulence.

Inoculé au cobaye, le pus provoque chez eux une tuberculose avec lésions locales très volumineuses et mort en 2 mois 1/2 à 4 mois. Les produits caséeux provenant de ces lésions produisent chez le cobaye une tuberculose normale, mortelle en un mois.

Examen histologique. Poumon gauche. — Dans les parties où la lésion semble peu développée, les alvéoles pulmonaires sont remplies d'un exsudat sérofibrineux contenant des cellules épithéliales alvéolaires gonflées et desquamées. Entre ces alvéoles, apparaissent

de petits nodules composés de leucocytes et de cellules vésiculeuses, orientées circulairement autour de la coupe d'une bronche terminale. Dans les points où la lésion semble plus avancée, la cavité bronchique élargie est remplie d'un exsudat contenant en abondance des cellules lymphatiques; la paroi présente sur certaines parties de la circonférence un aspect semblable à celui décrit plus haut; sur d'autres, au contraire, elle est revêtue d'un épithélium pavimenteux composé de six à sept couches volumineuses à noyau vésiculeux, entre lesquelles on voit de nombreuses cellules migratrices polynucléaires. Sur certains points de la circonférence, cet épithélium prolifère abondamment et s'enfonce dans le tissu voisin sous forme de bourgeons papilliformes pleins, pouvant faire saillie jusque dans les alvéoles.

Les bronches de moyen calibre sont remplies de liquide purulent; mais leur épithélium, tout en étant le siège d'une diapédèse énergique, conserve son apparence cylindrique.

Le tissu interstitiel ne présente aucune réaction; les parois alvéolaires sont peu épaissies. On ne peut colorer de bacilles que sur la coupe des bronches.

Au niveau du lobe moyen du *poumon droit*, où la lésion revêt la forme pseudo-lobaire, les mêmes altérations se retrouvent, plus marquées. Les bourgeons épithéliaux pleins ont envahi la plus grande partie du parenchyme, mais sont toujours orientés autour d'une bronchiole; dans certains points, la coupe présente à s'y méprendre l'aspect d'une tumeur épithéliale pavimenteuse. La cavité des bronches moyennes est très dilatée, remplie de pus et tapissée par un épithélium stratifié composé de cellules plates ou vésiculeuses, mais ne présentant point les prolongements épineux que nous décrirons plus loin. Aucune réaction conjonctive alvéolaire ou péribronchique; pas de granulations tuberculeuses.

Conpe de la paroi de la caverne. Du côté de la cavité pleurale, on ne note qu'une légère réaction embryonnaire dans les couches profondes de la séreuse. La paroi elle-même est composée de faisceaux fibreux infiltrés de quelques cellules embryonnaires, mais sans formation de nodules. La surface est revêtue d'un épithélium pavimenteux typique, composé de 4 à 5 couches de cellules à noyau vésiculeux nucléolé, présentant une fine dentelure en épines, s'anastomosant entre elles par ces filaments d'union et en tout semblables aux cellules épithéliales du corps muqueux de Malpighi.

Cette transformation atteint le maximum d'individualisation à la surface des colonnes de Laennec, où l'on peut observer nettement une formation analogue de véritables papilles. Le revêtement adulte comprend alors une couche de cellules basilaires, allongées, proligères, 3 ou 4 couches de cellules dentelées plus volumineuses à noyau vésiculeux contenant un ou deux nucléoles, et à la surface une ou deux couches de cellules aplaties, écailleuses, à noyau homogène. Quelques rares cellules migratrices polynucléées traversent le réseau formé par les piquants des cellules de la couche moyenne.

Le pus que l'on peut observer dans les anfractuosités contient de nombreux bacilles; mais on n'en trouve aucun dans l'épaisseur même des tissus épithéliaux ou fibreux.

On peut considérer que, dans ce cas, la réaction épithéliale, ayant eu pour résultat la transformation de l'épithélium bronchique, a isolé pour

ainsi dire le bacille tuberculeux et l'a constamment maintenu à l'extérieur de l'organisme. Il en est résulté l'intégrité absolue du système lymphatique pulmonaire et l'absence de réaction pleurale, de lésions caséeuses et de généralisation. Il s'agit donc là d'un processus de défense qui, pour être rare, n'en était pas moins important à signaler.

D'autre part, cette transformation de l'épithélium que l'on peut suivre pour ainsi dire pas à pas, explique histogéniquement la formation dans le poumon de tumeurs épithéliales du type pavimenteux dont il existe un certain nombre d'observations chez l'homme, et il est intéressant de la voir se produire sous l'influence bien déterminée de la présence ou plutôt des toxines du bacille tuberculeux.

Quant à ce dernier, le passage par l'organisme relativement réfractaire du tigre, ne semble pas avoir beaucoup modifié sa virulence, car en raison de la rapidité avec laquelle il a repris sa virulence normale, nous serions plutôt porté à attribuer le retard et la forme particulière de la tuberculose des cobayes inoculés directement avec le pus de la caverne, à la présence, dans ce pus, de substances ayant modifié la marche normale de l'affection.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur une explication nouvelle du surcreusement glaciaire.* Note de M. **JEAN BRUNHES**, présentée par M. Lapparent.

A l'encontre de l'opinion qui n'attribue aux eaux torrentielles sous-glaciaires qu'une action de transport et de dépôt, on doit reconnaître que ces eaux, au moins par place, érodent fortement : les groupes de marmites du Gletschergarten de Lucerne, du seuil de la Maloja, etc. en sont un premier témoignage. En voici un second : les territoires situés en avant du front des glaciers nous révèlent que des formes d'érosion de caractère indiscutablement torrentiel et pluvial ont subsisté et subsistent encore, alors même que les glaciers ont longtemps séjourné sur ces mêmes emplacements : telle la gorge de la Lutschine, que le glacier inférieur de Grindelwald recouvrait encore et très amplement au milieu du siècle passé.

Bien plus, il est une forme topographique rocheuse qui s'observe avec une étonnante fréquence et une non moins étonnante analogie morphologique en avant du front immédiat de beaucoup de glaciers actuels : ce sont des bosses arrondies où la roche souvent est encore à nu et si distinctives que, d'un bout à l'autre des Alpes allemandes, les paysans leur ont maintes fois donné le même nom de *Platten :* ces croupes, ces bosses calleuses

présentent en leur milieu une partie arrondie plus élevée et des deux côtés un sillon en contre-bas. Que l'on examine toutes ces bosses (en avant des glaciers de Durand et de Moming, du glacier d'Uebeltal, du glacier d'Aletsch, etc.), que l'on examine toutes celles que contourne encore, divisée en deux bras, la glace de la langue extrême du glacier (glacier supérieur de Grindelwald, glacier affluent du glacier d'Aletsch, dit Jægigletscher, etc.), partout l'on remarquera les traces indiscutables d'une érosion ayant porté plus fortement sur les deux côtés du glacier qu'au centre même du cours.

Par une série de termes de transition, on peut démontrer que les buttes dites « Iselberge » qui parsèment les anciennes vallées glaciaires (depuis les petites jusqu'aux plus grandes, tel que le Belpberg dans le Querthal de l'Aar) et les barres rocheuses elles-mêmes appartiennent au même type morphologique que les bosses terminales.

Si c'était vraiment la glace toute seule qui opérât le travail de creusement, il serait étrange de constater que c'est sur les côtés du lit glaciaire, c'est-à-dire là où la masse de glace est la plus faible, que se trouve régulièrement localisé le principal creusement. Tout au contraire, c'est sur les côtés du glacier que se trouvent en général les chenaux d'écoulement des eaux de fusion ; en général aussi tout glacier un peu large et en pleine vigueur donne lieu à son extrémité à un double torrent dont les eaux tendent à se rejoindre dès qu'elles ont quitté la cuvette terminale : le fait est très fréquent dans les Alpes et de même sur les feuilles déjà parues de la nouvelle et admirable carte à 1 : 50 000 de l'Islande, on peut observer avec quelle régularité les chenaux d'écoulement torrentiel s'échappent des bords des glaciers.

Lorsque le glacier est resserré ou lorsqu'à son extrémité il diminue de volume, il arrive que ces deux écoulements latéraux et les deux sillons latéraux qu'ils déterminent se réduisent à un seul (glacier de Trient, extrémité actuelle du glacier d'Aletsch, etc.); or en ce cas, contre-épreuve, la partie de la vallée récemment délaissée par le glacier est en V plutôt qu'en U : c'est là d'ailleurs un fait qui constitue l'exception.

Dans le cas général et normal, l'eau, sous le glacier, menant l'attaque, creuse les sillons entre lesquels subsiste une sorte d'échine longitudinale, plus ou moins continue, tandis que de part et d'autre du lit glaciaire se dressent deux grandes parois latérales qui sont tout naturellement raides et parfois verticales comme celle d'un cañon. — La glace à son tour intervient incessamment pour profiter du travail ainsi préparé et pour le modifier dans une très réelle mesure ; elle arrondit et polit les sillons, les saillies, les parois ; elle rabote et elle déblaie ; par la pression de sa masse en mouvement, elle façonne surtout le dos central isolé et comme « miné » sur ses deux flancs ; elle le débite par morceaux et souvent parvient à l'emporter tout entier, sauf précisément aux lieux et places où subsistent les « témoins » révélateurs, bosses, buttes ou barres.

Ainsi la forme caractéristique de la vallée glaciaire demeure bien un

témoignage authentique du passage et de l'action du glacier : car c'est bien de toute évidence la masse de glace elle-même, parce qu'elle se déplace et parce qu'elle entraîne avec elle des instruments d'usure, qui détermine les surfaces arrondies, moutonnées, etc., bref la physionomie particulière de la morphologie superficielle et c'est bien en outre à la présence et à la constitution du glacier qu'est dû le dessin essentiel et général du profil typique ; néanmoins ce dessin n'est pas engendré par l'effet direct de la glace elle-même, ni par la masse du glacier proprement dit ; la vallée en U s'explique par la spéciale distribution de l'action des eaux courantes sur deux lignes (et parfois plus de deux), qui, sans être rigoureusement ni continûment parallèles, se suivent et se correspondent, dans la plupart des cas, des deux côtés du glacier et sous le glacier.

Bref, l'érosion glaciaire résulte essentiellement d'une *discipline* spéciale de l'érosion torrentielle, *discipline* qui est propre au glacier et qui dépend de lui.

1. Cette interprétation est en conformité avec les faits que le retrait général nous permet d'observer en avant du front des glaciers actuels et notamment avec le fait si général des *Platten* et des *Iselberge*.

2. Cette interprétation fournit très aisément la clé de tous les cas divers de profond « surcreusement » ou de faible effet du glacier : ce sont les caprices ou les lois de la distribution du travail des eaux sous-glaciaires qui expliquent ces apparentes contradictions.

3. Elle rend compte de la puissance d'érosion verticale ou de « surcreusement » des glaciers, sans qu'on ait recours, comme on l'a fait parfois, à l'hypothèse, jusqu'ici mythique, qui attribuait à la glace elle-même l'initiative et le rôle principal dans le phénomène.

M. **E. Fournier** adresse une Note intitulée : *Profondeur limite à partir de laquelle la vitesse d'un navire cesse d'être diminuée par l'action réflexe du fond.*

M **J. Chevrottier** adresse une Note *Sur une nouvelle combinaison organique d'iode.*

M. **Alfred Jannin** adresse une note intitulée : *L'asphyxie conjurée, lors du foulage du raisin dans les cuves, par le soutirage de l'acide carbonique.*

La séance est levée à trois heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

Ouvrages reçus dans la séance du 7 mai 1906.

Le Chimiste Dizé, par A. Pillas et A. Balland. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Le Transformisme appliqué à l'Agriculture, par J. Costantin. Paris, Félix Alcan, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaston Bonnier.)

Annales de l'Observatoire de Bordeaux, publiées par G. Rayet; t. XII. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Féret et fils, 1906; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Observation, étude et prédiction des marées, par M. Rollet de l'Isle. Paris, Imprimerie Nationale, 1905; 1 vol. in-8°.

Le Service géographique de l'Armée adresse 19 feuilles nouvellement éditées des cartes suivantes :

France, au 50.000e, en couleurs; Feuilles : XXII, 13, 14, 15; XXIII, 13, 14, 15; XXIV, 13, 14, 15.

Tunisie, au 50.000e, nos 17, 33, 34.

— au 100.000e, nos 42, 52, 55, 62.

Algérie, au 50.000e, nos 117, 121.

Environs du Kef, au 50.000e, en couleurs.

ERRATA

(Séance du 21 mai 1906.)

Note de M. *Amagat* : Discontinuité des chaleurs spécifiques à saturation et courbes de Thomson.

Page 1123, formule (14), *au lieu de* $c - c_1$, lire $c_1 - c$.

formule (15), *au lieu de* $c' - c'_1$, *lire* $c'_1 - c_1$ et $\left(\frac{dp'}{dt}\right)_v$ *au lieu de* $\left(\frac{dp}{dt}\right)_v$

à la ligne suivante *au lieu de* $c > c_1$, *lire* $c < c_1$.

Même page, ligne 20, *supprimer l'alinéa commençant par ces mots :* Les discontinuités correspondantes *et finissant par ceux-ci :* ou elles finissent par disparaître.

Note de M. *Goy* : Sur l'élasticité des tissus organiques.

Page 1160, ligne 14, *au lieu de* p_1, *lisez* p_0.

— 1160, — 18, — K — k.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JUIN 1906,

PRÉSIDÉE PAR M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

PHYSIQUE. — *Sur quelques points relatifs à l'étude des chaleurs spécifiques et l'application à celles-ci de la loi des états correspondants.* Note de M. **E. H. Amagat.**

I. J'ai montré, dans une précédente Note, que la chaleur spécifique sous volume constant, lorsqu'on suit une isotherme, subit une discontinuité à chaque intersection de cette isotherme avec la courbe de saturation. Ces discontinuités ont les valeurs suivantes :

$$c_1 - c = \mathrm{AT}\frac{du}{dt}\left[\left(\frac{dp}{dt}\right)_v - \frac{dp}{dt}\right]$$
$$c_1' - c' = \mathrm{AT}\frac{du'}{dt}\left[\left(\frac{dp'}{dt}\right)_v - \frac{dp}{dt}\right]$$

Il peut être intéressant de voir comment elles varient avec la température notamment quand on s'approche du point critique. Il paraît tout d'abord naturel que ces discontinuités disparaissent graduellement avec les inégalités (10 de la précédente Note) provenant des points anguleux et par suite s'annulent au point critique (quoique, en arrivant en ce point, les dérivées $\frac{du}{dt}$ et $\frac{du'}{dt}$ devenant infinies en même temps que les parenthèses qu'elles multiplient s'annulent, on se trouve conduit à une indétermination) nous allons voir qu'il n'en est rien.

On peut d'abord se proposer de calculer numériquement ces disconti-

nuités, on aura ainsi l'erreur commise en faisant usage de la relation (4) au lieu de la relation (3) *loc. cit.*; toute la difficulté est dans l'obtention des coefficients de pression; ceux-ci déduits de courbes expérimentales tracées pour les raisons que j'ai dites avec un nombre insuffisant de points, supposent qu'il n'y a pas en arrivant à la courbe de saturation la variation brusque que j'ai supposée dans le cas où il y aurait raccordement, leurs valeurs sont donc par suite celles qu'il faudrait prendre, dans tous les cas, pour le calcul des discontinuités; quoique seulement approximatives, je crois les valeurs expérimentales de ces coefficients suffisantes pour montrer la loi de variation de ces discontinuités, les autres données étant du reste beaucoup mieux déterminées, puisque pour l'acide carbonique j'ai construit la courbe de saturation et celle des tensions maxima.

Le tableau suivant contient l'ensemble des données expérimentales et les valeurs correspondantes des discontinuités $(c_1 - c)$, $(c'_1 - c')$.

TEMPÉRATURES	$\left(\frac{dp}{dt}\right)_v$ Liquide. 1	$\frac{dp}{dt}$ 2	$\left(\frac{dp'}{dt}\right)_v$ Vapeur. 3	$\left(\frac{dp}{dt}\right)_v - \frac{dp}{dt}$ Liquide. 4	$\left(\frac{dp'}{dt}\right)_v - \frac{dp}{dt}$ Vapeur. 5	$\frac{du}{dt}$ Liquide. 6	$\frac{du'}{dt}$ Vapeur. 7	$c_1 - c$ Liquide. 8	$c'_1 - c'$ Vapeur. 9	DIFFÉRENCE 10
						0,0000	—0,000			
0°	7,15	0,870	0,235	6,280	—0,635	1135	716	0,24	1,52	1,18
5°	6,56	0,985	0,285	5,575	—0,700	1468	567	0,28	1,36	1,08
10°	5,91	1,100	0,348	4,810	—0,752	1985	481	0,33	1,26	0,93
15°	5,12	1,215	0,422	3,905	—0,793	2695	439	0,37	1,23	0,86
20°	4,40	1,330	0,540	3,070	—0,790	3710	423	0,41	1,20	0,79
25°	3,70	1,445	0,735	2,255	—0,710	5760	423	0,48	1,13	0,65
30°	2,64	1,560	1,100	1,080	—0,560	22300	655	0,91	1,36	0,45

On voit d'abord que, conformément aux formules, la chaleur spécifique normale est toujours plus petite que celle de seconde espèce. La discontinuité relative à l'état de vapeur diminue quand la température augmente, c'est le contraire pour l'état liquide, contrairement à ce que j'avais d'abord supposé; de telle sorte que si, partant de l'état gazeux à zéro, on suit la courbe de saturation, la discontinuité va toujours en diminuant, mais sans s'annuler en passant par le point critique.

A la vérité, le tableau ci-dessus contient des irrégularités évidentes, le dernier chiffre de la colonne 9 est évidemment trop fort, les chiffres de la colonne 5 paraissent former une série peu régulière, due peut-être à la présence du point d'inflexion de la courbe de saturation. Les déterminations à partir de 20° deviennent de plus en plus difficiles, et assez grossiè-

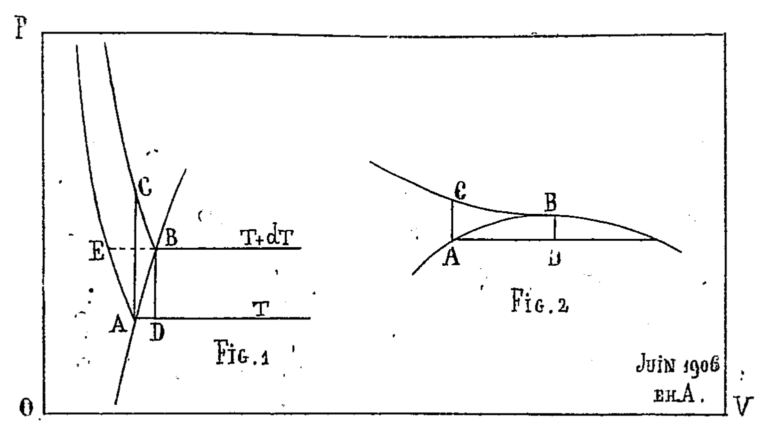
rement approximatives à partir de 25°; malgré ces incertitudes la loi de l'ensemble des variations ne paraît pas douteuse.

II. Pour le point critique en particulier, le fait de savoir si la discontinuité y conserve une valeur finie revient à résoudre l'indétermination relative à ce point, voici la solution qui m'a été adressée par M. Raveau immédiatement après la publication de ma première Note.

« Si l'on considère le cycle BCAD de la figure (1), ci-contre, l'application à ce cycle du principe de l'équivalence donne pour une température T, (enposant AD $= dv$) :

$$A\left[T\left(\frac{dp}{dt}\right)_v - T\frac{dp}{dt}\right]dv + (c - c_1)\,dt = o.$$

Cette relation dans laquelle chaque terme est du premier ordre comme dv et dt exprime que l'aire BCAD est du second.



Lorsque le point B devient le point critique (*fig.* 2), l'isotherme étant tangente en B, si AD est toujours du premier ordre, dt sera du second et l'aire BCAD du troisième; par suite dans la relation (1), on ne peut plus, dans l'expression de la quantité de chaleur dégagée suivant BC, négliger les termes du second ordre et cette quantité de chaleur doit s'écrire

$$AT\frac{dp}{dt}dv - \frac{1}{2}AT\frac{d^2p}{dt\,dv}dv^2.$$

Comme du reste il n'y a pas lieu de modifier l'expression de la quantité de chaleur dégagée suivant AD, l'équation (1) devient

$$-\frac{1}{2}AT\frac{d^2p}{dt\,dv}dv^2 + (c - c_1)\,dt = o.$$

Ici dv^2 et dt sont du même ordre, $(c - c_1)$ est donc du même ordre que $\frac{d^2p}{dv\,dt}$ qui n'est pas nul au point critique ».

Ce résultat est du reste d'accord avec le fait de la réfraction des adiabatiques démontré par M. Raveau dans un très intéressant travail publié par lui en 1892 (*Séances de la Société française de Physique*, et *Journal de physique*).

III. Les différences inscrites à la dernière colonne du tableau sont les erreurs commises en employant la relation (4) au lieu de la relation (3) *loc. cit.* Il résulte du signe et de la valeur des discontinuités que $(c_1 - c'_1)$ est toujours numériquement plus grand que $(c - c')$.

Les nombres calculés par M. Mathias pour l'acide sulfureux au moyen des valeurs de m par lui déterminées, et qui comme je l'ai fait remarquer sont les valeurs de $(c_1 - c'_1)$ montrent que c'_1 est toujours plus grand que c_1, cela résulte du reste immédiatement de la relation (16) *loc. cit.* mais on ne saurait affirmer qu'il en est de même pour les chaleurs spécifiques normales puisque $(c_1 - c)$ est plus petite que $(c_1' - c')$, et de fait, les calculs approximatifs que j'ai pu faire montrent que jusque vers 20° ou 25°, la chaleur spécifique normale à saturation est plus grande pour la vapeur que pour le liquide, comme pour les chaleurs spécifiques de seconde espèce, mais au delà de cette température les données expérimentales ne fournissent plus de résultats certains et il peut se faire que le signe de $c - c'$ soit changé.

IV. Pour les chaleurs spécifiques sous pression constante, il n'y a plus de discontinuité introduite par les points anguleux, cela se voit à simple inspection de la relation (1) *loc. cit.*, puisque les coefficients de pression ont disparu ; il n'y a donc qu'une seule chaleur spécifique sous pression constante et par suite en un point A de la courbe de saturation (*fig.* 1), quatre chaleurs spécifiques m, C, c et c_1, correspondant aux quatre chemins : AB, AEB, ACB et ADB, par lesquels on peut aller du point A au point B.

Les calculs que j'ai faits avec la relation (1) *loc. cit.* montrent que, ainsi qu'on pouvait s'y attendre, la chaleur spécifique sous pression constante à saturation est plus grande pour le liquide que pour la vapeur, la différence a été en croissant avec la température, c'est-à-dire en se rapprochant du point critique.

IV. Les règles que j'ai données pour l'application immédiate aux divers coefficients de la thermodynamique, de la loi des états correspondants, ne sont pas applicables aux chaleurs spécifiques ; il faudrait pour cette application, que les chaleurs spécifiques puissent comme les autres coefficients,

être exprimées par une fonction homogène des variables la même pour tous les fluides; mais on peut arriver, sans faire d'hypothèse sur la forme de cette fonction, à appliquer la loi, à la condition de grouper convenablement les corps.

J'ai montré que, pour des fluides suivant la loi des états correspondants, les différents coefficients de la thermodynamique (autres que les chaleurs spécifiques), si leurs dimensions sont $\frac{pv}{T}$, et si les formules sont rapportées aux poids moléculaires, ont même valeur en des points correspondants quelconques. Il est facile de voir que ces dimensions sont précisément celles des fonctions : $(C - C')$, $(c - c')$, $(c_1 - c'_1)$ des discontinuités $(c - c_1)$ et $(c' - c'_1)$ et encore de la différence $(C - c)$ des deux chaleurs spécifiques, par suite : *Pour des fluides suivant la loi des états correspondants chacune ces fonctions prend la même valeur en des points correspondants, les formules étant rapportées aux poids moléculaires.*

Considérons maintenant le cas des chaleurs spécifiques, sous pression constante par exemple, C. On sait que la relation suivante

$$C - C_0 = AT\int_{po}^{p}\frac{d^2v}{dt^2}\,dp = -AT\int_{po}^{p}\varphi(p)\,dp$$

permet de calculer les variations de C avec la pression, la température restant constante; si on construit des isothermes en portant les pressions en abscisses et en ordonnées les valeurs de $AT\frac{d^2v}{dt^2}$, les valeurs de $(C - C_0)$ seront les aires comprises entre les ordonnées extrêmes, l'isotherme et l'axe des pressions; ces isothermes sont au produit AT près celles dont j'ai donné un réseau dans ma Note du 28 mai 1900. Considérons maintenant en deux points correspondants, $p\,v\,T$, $p'\,v'\,T'$ de deux fluides, les petites aires $AT\frac{d^2v}{dt^2}\Delta p$ et $AT'\frac{d^2v'}{dt^2}\Delta p'$, dans lesquelles nous supposerons les accroissements Δp et Δp, également correspondants, ces petites aires ont pour dimension $\frac{pv}{T}$, elles seront donc égales; par suite les variations finies $(C - C_0)$, $(C' - C_0)$ prises entre des limites correspondantes p_0, p et p'_0, p' seront égales comme sommes d'un même nombre de petites aires égales deux à deux.

Supposons maintenant les deux fluides pris sous des pressions correspondantes extrêmement petites, à la limite sous la pression nulle correspondant à l'ordonnée initiale, ces corps seront à l'état de gaz parfait; à

toute température les variations avec la pression seront nulles, ce qui revient à dire que les isothermes convergent vers l'origine du réseau; il résulte là que pour des points correspondants les variations des chaleurs spécifiques moléculaires depuis l'origine du réseau seront égales; autrement dit : *Pour deux fluides suivant la loi des états correspondants, en des points correspondants les excès des chaleurs spécifiques moléculaires sur les valeurs limites qu'ont celles-ci à l'état de gaz parfait, sont égales;* et par suite *si les fluides considérés ont même chaleur spécifique moléculaire à l'état de gaz parfait, en des points correspondants leurs chaleurs spécifiques moléculaires seront égales.* Ce sera le cas par exemple de gaz simples biatomiques suivant la loi des états correspondants, et en général des fluides de même complexité moléculaire; les fluides d'un même groupe étant du reste ceux auxquels il est le plus probable que la loi des états correspondants puisse s'appliquer.

On remarquera que les isothermes en $\frac{d^2v}{dt^2}$ du réseau que j'ai construit *loc. cit.* ne paraissent pas converger vers l'origine, tout au moins sans changer d'allure; mais il faut tenir compte de ce fait que, pour l'acide carbonique, mes tableaux numériques ne commencent que vers 30 atmosphères, les prolongements des isothermes en pv ont été tracés *en pointillé* jusqu'à l'ordonnée initiale d'après l'allure générale du réseau; or, ce sont précisément ces prolongements qui ont servi à calculer la partie extrême des isothermes en $\frac{d^2v}{dt^2}$ qui ne paraît pas converger directement vers l'origine.

Si comme cela a lieu dans la figure, ces dernières isothermes, tout compte tenu du facteur AT, se prolongeaient jusqu'à l'origine dans l'ordre des températures sans se couper, il en résulterait que dès ces très basses pressions, la chaleur spécifique sous une pression donnée diminuerait quand la température augmente; or l'expérience directe n'a fourni nettement ce résultat qu'à partir d'une certaine pression au-dessous de laquelle les expérimentateurs n'ont pas toujours été d'accord sur le sens de la variation en question; pour cette raison, entre autres, il serait très désirable de voir étudier, notamment pour l'acide carbonique, la partie relative aux pressions inférieures des réseaux que je n'ai pu terminer.

Des considérations analogues à celles qui précèdent relativement à la loi des états correspondants pourraient être appliquées au cas de la chaleur

spécifique sous volume constant et, par suite, au rapport γ des deux chaleurs spécifiques, elles conduiraient au même résultat.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de la réaction, à haute température, des isobutylate et propylate de sodium sur le camphre.* Note de MM. **A. Haller** et **J. Minguin**.

Nous avons repris l'étude des divers composés qui se forment quand on chauffe en autoclave, à une température de 220-230°, du camphre avec des alcoolates de sodium. L'un de nous[1] a en effet montré, dès 1891, que si, dans ces conditions de température le benzylate de sodium fournit avec de très bons rendements du benzylcamphre, les alcools saturés de la série grasse agissent différemment, les premiers termes ne donnant que des bornéols et isobornéols avec très peu de produits huileux, alors que les termes plus élevés fournissaient de moins en moins de bornéols et de plus en plus de composés substitués du camphre.

C'est l'étude des divers dérivés, qui se forment dans ces réactions, qui fait l'objet de ce travail.

Action de l'isobutylate de sodium sur le camphre. — On chauffe à l'autoclave, à 220-230°, pendant 24_h, 150^{gr} de camphre avec de l'alcool isobutylique tenant en dissolution 23^{gr} de sodium.

A l'ouverture de l'appareil, on constate une certaine pression, due à la présence de l'hydrogène et la formation d'une masse butyreuse qu'on traite par de l'eau et de l'éther.

La solution aqueuse est alcaline et renferme de notables quantités d'isobutyrate de sodium.

Quant à la liqueur éthérée, elle fournit, après distillation de l'éther, une huile qu'on rectifie dans une cornue dont le col pénètre dans un large tube en verre. Il passe d'abord de l'alcool isobutylique, puis du camphol, et, entre 235 et 255°, une huile sirupeuse qui, abandonnée à une température voisine de 0° pendant quelques jours, se prend en une masse cristalline. On essore le produit à basse température et on le fait cristalliser dans de l'alcool méthylique. On obtient des cristaux blancs, opaques, fondant à 55° et restant facilement en surfusion. Leur pouvoir rotatoire dans l'alcool $[\alpha]_D = + 20°7$.

(1) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXII, 1891, p. 1490.

Le corps répond à la formule $C^{14}H^{26}O$ et possède la fonction d'un alcool.

En effet, chauffé à la température de 150° avec de l'anhydride acétique, il fournit un éther acétique, à odeur éthérée, distillant à 135° sous 20mm et qui, saponifié, redonne l'alcool primitif avec ses constantes physiques.

Cet alcool n'est donc autre chose que de l'*isobutylcamphol*

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH.CH^2-CH\left\langle\begin{array}{l}CH^3\\CH^3\end{array}\right.\\ |\\ CHOH\end{array}\right.$$

dont le dérivé acétylé a pour formule $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH.CH^2.CH\left\langle\begin{array}{l}CH^3\\CH^3\end{array}\right.\\ |\\ CHOCOCH^3\end{array}\right.$

L'isobutylcamphol n'est pas oxydé à froid par le permanganate de potasse en solution acétonique.

Pour le transformer en *isobutylcamphre*, on agite pendant 12h sa solution benzénique avec une liqueur aqueuse de permanganate de potasse acidulée par de l'acide sulfurique. Cette oxydation est répétée jusqu'à ce qu'une nouvelle portion de permanganate, introduite dans la solution, ne se décolore plus. On sépare alors la liqueur benzénique et on l'abandonne à l'évaporation spontanée. On obtient des cristaux fondant à 28° qui, une fois fondus, restent longtemps en surfusion.

Le pouvoir rotatoire de ce dérivé dans l'alcool absolu $[\alpha]_D = +72°4$.

Isobutylidènecamphre. $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C = CH-CH\left\langle\begin{array}{l}CH^3\\CH^3\end{array}\right.\\ |\\ CO\end{array}\right.$. On chauffe l'isobutylcamphre à 100° en tubes scellés avec une molécule de brome; le produit de la réaction, après avoir été débarrassé de l'acide bromhydrique, est distillé dans le vide de 10mm. Il passe entre 145 et 150° en se décomposant partiellement. On le chauffe avec une solution alcoolique de potasse et le dérivé non saturé obtenu est purifié et distillé sous pression réduite de 10mm. On obtient un liquide huileux à odeur spéciale qui bout à 145° sous 10mm.

Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +114°,4$ est supérieur à celui du dérivé saturé, grâce à la double liaison fixée sur le noyau camphre.

La permanganate de potasse l'oxyde à froid avec la plus grande facilité en donnant de l'acide camphorique et de l'acide isobutyrique. Il se comporte donc comme tous les composés non saturés que l'un de nous a obtenus par condensation des aldéhydes avec le camphre sodé.

Nitrosate d'isobutylidènecamphre $C^8H^{14}\langle{}^{CN^2O^4.CH.C^3H^7}_{CO.}$ — Comme le benzylidènecamphre, l'isobutylidènecamphre donne naissance à un nitrosate, quand on le traite par de l'acide azotique concentré ou par de l'azotite d'amyle et de l'acide azotique. Le composé obtenu se présente sous la forme de fines aiguilles blanches fondant vers 178° en dégageant des vapeurs nitreuses. Peu soluble dans l'alcool et l'éther, il est plus soluble dans le benzène bouillant et dans l'acétone. Son pouvoir rotatoire dans l'acétone $[\alpha]_D = +93°$.

Si l'on traite à chaud une solution alcoolique de nitrosate par de la potasse étendue jusqu'à persistance de la réaction alcaline, on obtient une liqueur jaune qui, par évaporation, fournit une masse cristalline d'un nouveau composé différant du produit primitif par NO^2 en moins. Purifié par cristallisation dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole, ce dérivé a l'aspect de fines aiguilles blanches fondant à 95° et répondant à la formule $C^{14}H^{23}O^3$.

Sa formation peut se traduire par l'équation :

$$C^8H^{14}\langle{}^{CN^2O^4.CHC^3H^7}_{CO} + KHO = C^8H^{14}\langle{}^{COH-\overset{\overset{\displaystyle NOH}{\|}}{C}-C^3H^7}_{CO} + NO^3K$$

ce qui fait de ce corps un *isonitroso-isobutyloxycamphre*.

Indépendamment de l'isobutylcamphol qui nous a permis de préparer les autres dérivés que nous venons de décrire, le produit brut de l'action à haute température de l'isobutylate de sodium sur le camphre renferme précisément ces dérivés à l'état de mélange.

En effet si l'on traite le produit huileux, préalablement débarrassé de la majeure partie de l'isobutylcamphol, par de l'acide azotique fumant, on obtient de notables quantités de nitrosate. De plus ces huiles étendues d'acétone réduisent à froid le permanganate de potasse en donnant de l'acide camphorique et de l'acide butyrique. Enfin leur pouvoir rotatoire, après oxydation, est plus faible que le pouvoir rotatoire primitif.

Avant l'oxydation une solution de 2^{gr} de produit dans 25^{cc} d'alcool avait le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +88°$.

Après l'oxydation une solution de même concentration accusait le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +65°6$, ce qui démontre bien que l'oxydant a éliminé

la portion qui possédait la déviation la plus forte, c'est-à-dire l'isobutylidènecamphre.

Mais outre ce dernier corps et l'isobutylcamphol, le produit brut renferme encore de l'isobutylcamphre, car si, après oxydation on chauffe l'huile avec de l'anhydride acétique et qu'on élimine l'acétate d'isobutylcamphol par distillation, il reste en effet un liquide qui possède la composition de l'isobutylcamphre. Ce liquide semble toutefois être un mélange d'isomères. En effet si on amorce sa masse refroidie à 0° avec un cristal d'isobutylcamphre fondant à 28°, on obtient une certaine quantité de ce dérivé à côté d'un autre fondant bien plus bas.

Les réactions que nous venons d'étudier se passent également à la pression ordinaire dans un appareil à reflux, quoiqu'avec des rendements différents de chacun des composés isolés. Dans ce cas il se forme surtout de l'isobutylidènecamphre avec beaucoup moins d'isobutylcamphol. Le produit huileux obtenu, préalablement débarrassé du bornéol et de l'alcool isobutylique en excès, ne se prend plus en masse par le refroidissement comme le fait celui préparé en autoclave.

Action de l'alcool propylique sodé sur le camphre. — Le mode opératoire et les résultats sont les mêmes que ceux concernant l'action de l'alcool isobutylique sodé sur le camphre.

Les rendements sont cependant plus faibles en les divers produits de substitution, mais celui du bornéol est plus élevé.

Le *propylcamphol* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH-CH^2-CH^2.CH^3\\ |\\ CHOH\end{array}\right.$ cristallisé dans l'alcool méthylique, fond à 61°. Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +12°,5$.

L'*acétate de propylcamphol* est un liquide bouillant à 120° sous 10^{mm} et se solidifiant vers 0°.

Le *propylcamphre* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH-C^3H^7\\ |\\ CO\end{array}\right.$ obtenu par oxydation du camphol substitué est un liquide bouillant à 123° sous 14^{mm} et dont le pouvoir rotatoire dans l'alcool $[\alpha]_D = +55°,6$.

Le *propylidènecamphre* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C{=}CH.CH^2CH^3\\ |\\ CO\end{array}\right.$ préparé en chauffant le dérivé bromé du propylcamphre avec de la potasse alcoolique est un liquide dont le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +87°\ 6$ et que nous n'avons pas encore obtenu dans un état de pureté suffisant.

L'échantillon préparé fournit néanmoins avec de l'acide azotique concentré *du nitrosate de propylidènecamphre* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CN^2O^4.C^3H^6\\ \vert\\ CO\end{array}\right.$ fondant à 160° en dégageant des vapeurs nitreuses.

En résumé ces recherches montrent que, dans les conditions où nous avons opéré, isobutylate et propylate de sodium donnent avec le camphre des alcoyl et alcoylidènecamphres en même temps que des alcoylcamphols.

Nous poursuivons ces recherches sur d'autres cétones aliphatiques ou cycliques, ainsi que sur diverses molécules renfermant le groupe méthylène dans le voisinage de radicaux négatifs.

MÉTROPHOTOGRAPHIE. — *Sur plusieurs tentatives poursuivies dans la marine allemande pour utiliser la photographie dans les voyages d'exploration*. Note de M. **A. Laussedat.**

On sait que c'est à l'illustre ingénieur géographe français Beautemps-Beaupré que revient l'honneur d'avoir, le premier, employé des *vues de côtes* pour construire, en très peu de temps, d'excellentes cartes d'îles ou d'archipels nouvellement découverts et, plus tard, pour relever avec une grande exactitude le littoral de pays déjà connus.

Ces vues devaient alors nécessairement être dessinées à la main; aujourd'hui la photographie supplée avantageusement le dessin, en procurant *instantanément* des éléments de construction à la fois plus nombreux et plus rigoureux. On continue d'ailleurs à suivre la *méthode des intersections* dont on fait également usage dans les levers topographiques exécutés à terre où cette méthode a été de tout temps pratiquée avec la planchette ou avec d'autres instruments.

J'ai eu l'occasion, à diverses reprises, de mettre sous les yeux de l'Académie des spécimens des belles cartes ainsi construites dans la plupart des pays civilisés en se servant de vues photographiques. De très intéressants résultats ont été de même obtenus, dans la reconnaissance des côtes, par des officiers français, autrichiens et italiens.

Je n'entrerai ici dans aucun détail sur les ressources empruntées à la perspective pour aider ou pour suppléer à la méthode des intersections. Mais il y a une autre méthode tout à fait distincte, celle des *parallaxes*, sur laquelle il convient de revenir et d'insister, parce qu'elle est sûrement destinée à rendre les plus grands services en mer.

On se souvient, je suppose, qu'avec cette dernière méthode, des images prises deux à deux, dans un même plan vertical, de stations séparées mais relativement voisines l'une de l'autre, étant placées sous un stéréoscope, font voir le paysage en relief sur une profondeur beaucoup plus grande que dans les conditions ordinaires. L'évaluation de l'éloignement de chaque point devient alors possible à l'aide d'un instrument désigné sous le nom de *stéréo-comparateur* que j'ai déjà mentionné et dont je reproduis la figure.

Je rappellerai sommairement le principe sur lequel est fondé cet ingénieux appareil, dû à M. le Dr C. Pulfrich, d'Iéna :

Grâce à un microscope binoculaire O_1 K_1 O_2 K_2 (*fig.* 1) les images d'un même point de l'espace reconnues sur chacune des épreuves P_1, P_2, peuvent être rapportées à deux axes rectangulaires qui s'y trouvent tracés photographiquement et dont l'origine correspond au point situé à l'infini dans la direction perpendiculaire au plan commun des deux épreuves. En mesurant avec la plus grande précision (à $0^{mm},01$ près) la différence des abscisses, étant donnée la distance focale des objectifs, on détermine à la fois la direction et la distance de chacun des points considérés, tandis que l'une ou l'autre des ordonnées donne, par une proportion, la différence de niveau de ce point avec la station d'où a été prise la vue correspondante.

Je ne reviendrai pas sur les diverses applications que l'on a faites du stéréo-comparateur à l'astronomie et à des recherches d'une autre nature.

Je désire aujourd'hui appeler surtout l'attention sur de récentes expériences qui ont été effectuées, dans la marine allemande, l'une pour constater, à un instant précis, les positions de combat des torpilleurs d'une flotte en manœuvre et l'autre pour mesurer les vagues de la mer.

La première de ces expériences a été réalisée pendant l'automne de 1904, à bord du navire de la marine impériale *Hyäne*. On y avait entrevu une démonstration anticipée de l'efficacité du procédé qu'allait employer le professeur W. Laas, de Charlottenburg, au cours d'un voyage, aller et retour, de Hambourg à Iquique, sur la côte du Chili, en doublant le Cap Horn, sur le cinq-mâts à voile *Preussen*, du 6 septembre 1904 au 3 février 1905. Cette expérience mérite déjà par elle-même de fixer l'attention des officiers de marine; il suffit, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur le document qu'a bien voulu me communiquer M. le Dr Pulfrich, c'est-à-dire l'une des *vues instantanées et simultanées* prises de deux points du pont du navire dont la distance avait été rigoureusement mesurée

(41^{m},50), jointe au plan sur lequel ont été déterminées, à l'aide du stéréo-comparateur, les positions des torpilleurs et d'autres bâtiments au nombre de 22, dont l'un à voile était éloigné de 10 kilomètres.

Il est incontestable que, par aucun autre moyen connu jusqu'à présent, on ne serait parvenu à un semblable résultat.

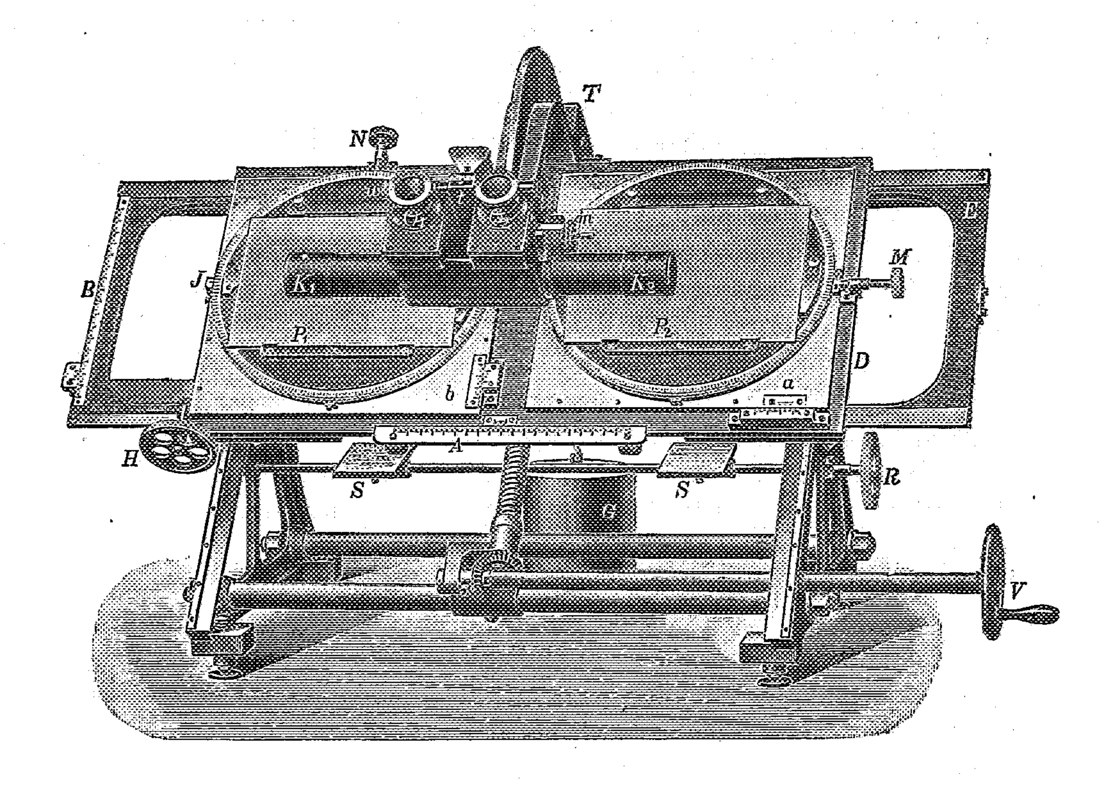
J'arrive à l'autre ou plutôt aux autres expériences, celles qui ont été entreprises par le professeur W. Laas, à bord du *Preussen*, et qui avaient pour but la mesure photographique des vagues de la mer, en regrettant de ne pouvoir pas entrer dans le détail des dispositifs adoptés (1).

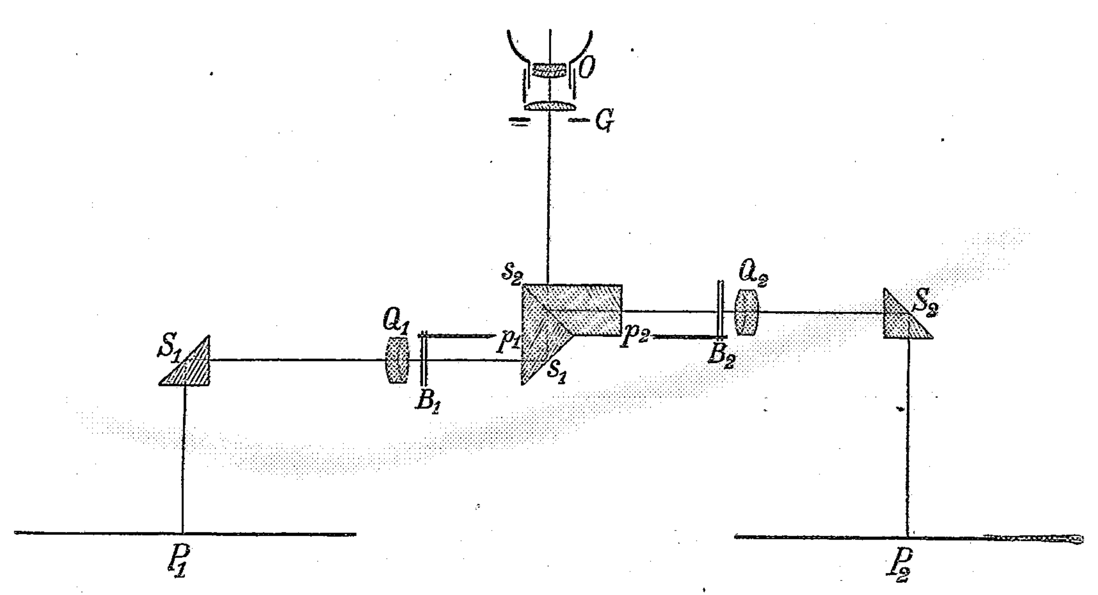
L'étude de la forme et des dimensions des grandes vagues intéresse au plus haut degré la construction des navires et a été tentée par plusieurs savants marins, notamment par l'amiral Pâris et par l'un de ses fils, lieutenant de vaisseau. Mais en dépit de l'ingéniosité des appareils de mesure qu'ils avaient imaginés, il leur avait été impossible d'atteindre pleinement le but qu'ils s'étaient proposé.

La stéréométrophotographie se trouvait naturellement indiquée comme pouvant conduire à la solution du problème dont il s'agit; seulement il était nécessaire de réaliser avec le plus grand soin les conditions dans lesquelles doivent être installés les deux photothéodolites (on en a même employé trois pour augmenter le champ de l'exploration). Les conditions indispensables à remplir sont que les plaques sensibles soient rigoureusement dans le même plan et les épreuves obtenues simultanément. Il faut, en outre, pouvoir disposer les appareils à une hauteur convenable au-dessus de la flottaison. Toutes ces questions ont été résolues d'une manière satisfaisante, grâce à l'habileté mécanique du Dr Pulfrich, et la campagne du professeur Laas n'a pas été infructueuse, quoique le temps ait été généralement trop beau et que l'on n'ait, par conséquent, rencontré que rarement les fortes houles que l'on était allé chercher. Je mets sous les yeux de l'Académie des planches qui donnent plusieurs séries d'épreuves conjuguées et un exemple du relief des vagues représenté par des courbes de niveau analogues à celles que l'on emploie pour figurer le terrain

(1) Voir à ce sujet les brochures suivantes : W. LAAS, *Photographische Messung der meereswellen* (Sonderabdruck aus *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*. Jahrgang 1905), Berlin.

Et Dr E. KOHLSCHÜTTER. *Die Forschungsreise S. M. S « Planet » II. Stéréophotogrammetrische Aufnahme*. (*Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie*, mai 1906.)


T
N
B
J
K1
K2
M
P1
P2
D
b
a
A
H
S
S
R
G
V


O
G
s2
Q2
S2
Q1
S1
p1
p2
B2
s1
B1
P1
P2

solide; enfin, une série de profils dans divers sens que l'on a pu en déduire.

On ne s'est pas contenté de cette première ébauche, très encourageante d'ailleurs, d'une recherche délicate; un bâtiment de l'État *Planet* encore mieux outillée que le *Preussen*, vient de partir de Kiel en exploration dans les mers du Sud, notamment pour appliquer la stéréométrophotographie à la fois à la reconnaissance des côtes et à la mesure des vagues.

Dans ses instructions, rédigées en 1835 pour les officiers de la *Bonite* qui allait entreprendre un voyage de circumnavigation, Arago consacrait un paragraphe à la *hauteur des vagues*, dans lequel se trouve le passage suivant : « On s'est ordinairement contenté d'*estimer* la plus grande hauteur des vagues; les uns lui ont donné cinq mètres et les autres trent-cinq. Aussi, ce que la science réclame aujourd'hui, ce sont, non des aperçus grossiers, mais des mesures réelles dont il soit possible d'apprécier l'exactitude numériquement.

A la même occasion, Beautemps-Beaupré donnait également des instructions où il enjoignait expressément l'emploi des *vues des côtes* dans les reconnaissances.

Il est, à coup sûr, inutile de se demander le rôle qu'eût joué la photographie dans ces instructions, si elle eût été connue alors et surtout si elle eût atteint le degré de perfection auquel elle est aujourd'hui parvenue. Je ne crains pas d'affirmer, d'ailleurs, que la méthode des intersections, aussi bien que celle des parallaxes, y eût été recommandée, chacune d'elles pouvant devenir préférable à l'autre ou même indispensable selon les circonstances.

Je ne voudrais pas terminer cette communication sans parler d'une très intéressante simplification apportée par le Dr Pulfrich à la manière d'opérer les mesures sur le stéréo-comparateur. Je ne pourrai en donner ici qu'un aperçu [1], en m'aidant d'un schéma (*fig.* 2) du dispositif substitué au microscope binoculaire de la *figure* 1.

Au lieu de deux oculaires, on ne se sert plus que d'un seul O, tout en conservant les deux objectifs Q_1 et Q_2 et l'on voit sur la *figure* 2 comment

(1) Voir pour plus de détails, la brochure intitulée : *Adaptation du microscope comparateur monoculaire (microscope à éclipse) au stéréo-comparateur*, publiée en français. Iéna, Carl Zeiss, 1906.

les images des deux épreuves P_1 et P_2 sont amenées dans le plan focal de l'oculaire unique. Ce dispositif a été désigné sous le nom de *microscope à éclipse*, parce qu'on y observe seule, alternativement, tantôt l'épreuve P_1, tantôt l'épreuve P_2, l'autre étant éclipsée par les diaphragmes B_1 ou B_2, en forme de ciseaux, dont l'un se ferme et forme écran, tandis que l'autre s'ouvre pour laisser passer les rayons lumineux.

Il y a encore, pour éviter à l'observateur la manœuvre des *diaphragmes-écrans*, un accessoire électro-mécanique des plus ingénieux qui ne figure pas sur le schéma, mais dont on trouverait la description dans la brochure indiquée ci-dessus, où les diverses applications du microscope monoculaire, en particulier à l'astronomie, sont exposées et témoignent à la fois de la sagacité de l'inventeur et de sa persévérance à perfectionner son œuvre.

NOMENCLATURE CHIMIQUE. — *Sur l'orthographe du mot : Cæsium.* Note de M. **DE FORCRAND.**

Dans une communication précédente, je me suis décidé à adopter définitivement *æ* pour le cæsium.

On sait qu'il règne à ce sujet une certaine confusion.

Tandis que la plupart des savants étrangers écrivent par *æ*, beaucoup de nos traités classiques portent : Césium (voy. *Dictionnaire* de Würtz, Schützenberger, M. Ditte, etc.),

Plusieurs ouvrages ont adopté *œ* (*Encyclopédie Frémy, traité* de M. Moissan, etc.). J'ai moi-même en 1883, proposé *œ*, en m'appuyant sur le mémoire de G. Kirchhoff et R. Bunsen, publié en 1862, par les soins de M. Grandeau, dans les *Annales de Chimie et de Physique* (3e série, t. LXIV, p. 257). M. Chabrié écrit par *œ* pour les mêmes raisons.

Cependant, dans ses belles recherches sur les peroxydes du cæsium, M. Rengade a adopté *æ*.

Il serait évidemment désirable d'avoir une règle uniforme. Je l'ai cherchée d'abord en consultant de nouveau le mémoire de Kirchhoff et Bunsen publié dans nos *Annales de Chimie et de Physique*. On sait que ces savants ont proposé le nom du cæsium qu'ils font dériver de cæsia, de cælia et de cælum, et ils citent un passage d'Aulu-Gelle qui a été souvent reproduit. Or ces mots cæsius et cælum sont écrits par *œ*, et il en est de même du mot cœsium, souvent répété dans le cours du mémoire français.

Cependant, dans le mémoire original de Kirchhoff et Bunsen, publié en 1861 dans les *Annales de Poggendorff* (t. CXIII, p. 337), le nom du métal est constamment écrit par *æ*. Chose plus singulière, le même passage d'Aulu-Gelle s'y trouve, avec cæsia écrit par *æ*, et cœlia et cœlum par *œ*.

Pour lever tous les doutes, je me suis adressé à mon savant collègue, M. le professeur Grammont, qui a bien voulu m'expliquer que l'orthographe avec *æ* est la seule acceptable, et cela pour plusieurs raisons :

1° Cæsius (gros bleu, bleu verdâtre) est la graphie classique, c'est-à-dire celle de l'époque où la prononciation distinguait encore nettement entre *æ*, *œ*, $\breve{e}$ et $\bar{e}$. Dans le texte d'Aulu-Gelle lui-même, la leçon cæsia, cælia, cælum, est celle des meilleurs monuments, en particulier celle du palimpseste Vat. — Palat ; les meilleurs parmi les autres sont cætia ou cæcia ; *e* ne se trouve que dans des monuments secondaires et plus récents ; quant à *œ*, on ne le rencontre nulle part.

2° Le mot cæsium étant sûrement apparenté à cælum (ciel), et à cæluleus ou cæruleus (bleu de ciel, bleu foncé), il est certain que ces derniers demandent *æ* en lecture classique (ou *e* ouvert en lecture vulgaire), comme le prouvent les mots dérivés dans les langues romanes : ciel en français, cielo en italien et en espagnol, etc.

3° L'orthographe par *æ* de cælum est bien conforme à l'étymologie véritable ; *œ* a été inventé pour faire accorder la forme latine avec le mot grec κοῖλος (creux), ce qui est une fausse étymologie.

Je crois devoir publier ces faits et ces arguments, espérant par là mettre fin à des divergences plutôt fâcheuses.

MICROBIOLOGIE. — *Sur la vaccination contre la tuberculose par les voies digestives.* Note de MM. **A. Calmette** et **C. Guérin**.

Les expériences que nous poursuivons depuis deux ans sur l'origine intestinale de la tuberculose pulmonaire, parallèlement avec Vallée, d'Alfort et qui ont déjà fait l'objet de plusieurs Notes à l'Académie, nous ont amenés à démontrer que, chez les animaux de diverses espèces (bovidés, caprins, rongeurs), l'infection tuberculeuse du poumon n'est ordinairement pas due, comme on le croyait jusqu'ici, à l'inhalation de poussières infectantes, mais qu'elle résulte le plus souvent de l'absorption de bacilles tuberculeux virulents par le tube digestif. Les bacilles, introduits dans l'intestin, sont entraînés avec le chyle jusqu'aux ganglions mésentériques et y sont d'autant mieux et plus longtemps retenus que les animaux sont plus jeunes. Chez les adultes, lorsque la quantité de bacilles ingérés est considérable, ou lorsque l'ingestion de produits infectants est fréquemment

répétée, les bacilles englobés par les leucocytes polynucléaires sont entraînés dans la grande circulation lymphatique jusque dans le cœur droit, d'où l'artère pulmonaire les projette vers les vaisseaux capillaires des poumons.

Lorsque les leucocytes n'ont englobé qu'un petit nombre de bacilles ou que des bacilles peu virulents, ils gardent leur mobilité, traversent les parois vasculaires et sont repris par le système lymphatique pulmonaire qui les dirige vers les ganglions péribronchiques ou médiastinaux. Ceux-ci les retiennent généralement et c'est alors que peuvent apparaître les lésions d'adénopathie trachéo-bronchique, si fréquentes chez l'enfant.

Mais lorsque ces mêmes leucocytes ont englobé un grand nombre de bacilles très virulents, ils perdent leur mobilité et, intoxiqués par la tuberculine, ils ne tardent pas à être frappés de mort. Ils deviennent bientôt la proie des cellules endothéliales vasculaires (macrophages). Dès lors, les cellules géantes se constituent et les lésions tuberculeuses initiales (granulations grises) apparaissent.

Tel est, d'après toutes nos constatations expérimentales, le mécanisme exact de l'infection tuberculeuse.

Ces faits étant établis, nous avons été conduits à rechercher s'il serait possible de vacciner les animaux sensibles à la tuberculose contre l'infection naturelle par le tube digestif, en leur faisant absorber, dans leur jeune âge, des bacilles tuberculeux modifiés, atténués ou privés de virulence.

Bien que nos expériences, portant sur 17 bovins et 15 chevreaux, ne soient pas encore assez nombreuses pour nous permettre d'en tirer des conclusions définitives, les résultats que nous avons obtenus sont suffisamment nets pour nous décider à en faire l'objet de cette Note préliminaire.

On sait que Von Behring a montré qu'il était possible de vacciner les jeunes veaux contre la tuberculose bovine en leur injectant dans les veines, à deux reprises différentes, espacées de quatre-vingt-dix jours d'intervalle, une petite quantité de bacilles tuberculeux d'origine humaine. Les animaux ainsi traités résistent bien à l'inoculation d'épreuve et à l'infection naturelle. Cette méthode s'est montrée efficace dans un grand nombre d'expériences, dont celle effectuée récemment à Melun par les soins de Vallée et de Rossignol.

Elle n'est pas encore entrée dans la pratique, en raison de ce fait qu'elle présente quelque danger pour les animaux soumis à la vaccination, et aussi pour les expérimentateurs qui sont obligés de manier des bacilles tuberculeux humains virulents.

Guidés par nos travaux antérieurs sur la porte d'entrée normale de l'infection tuberculeuse et sur les réactions ganglionnaires qui accompagnent celle-ci, nous avons d'abord cherché à vacciner deux jeunes bovins en leur faisant ingérer successivement, avec une sonde œsophagienne, d'abord 5^{cgr} de bacilles tuberculeux d'origine humaine, puis, 45 jours après, 25^{cgr} des mêmes bacilles. Quatre mois plus tard, nos animaux, ne réagissant pas à la tuberculine, ont ingéré, en même temps qu'un témoin préalablement tuberculiné et reconnu indemne, un repas infectant de 5^{cgr} de tuberculose bovine fraîche. 32 jours après, le témoin réagissait nettement (1°9) à la tuberculine, et les deux veaux qui avaient ingéré les deux repas vaccinants de tuberculose humaine ne présentaient aucune réaction.

Il semble donc que la vaccination des jeunes bovins contre la tuberculose bovine puisse être réalisée par la simple ingestion, deux fois répétée à 45 jours d'intervalle, d'une petite quantité de bacilles tuberculeux vivants d'origine humaine.

Mais cette méthode, quoique plus facile à mettre en pratique que celle de Von Behring, présente encore l'inconvénient d'exiger l'emploi de bacilles virulents pour l'homme et susceptibles d'être disséminés par les excrétions des animaux.

De multiples expériences, effectuées dans un autre but, nous ayant montré que les bacilles tuberculeux tués par la chaleur ou traités par divers réactifs, passent à travers la paroi intestinale avec la même facilité que les bacilles vivants et se retrouvent dans les ganglions mésentériques et jusque dans le poumon. nous avons recherché si les jeunes animaux (veaux et chevreaux) auxquels on fait ingérer, à 45 jours d'intervalle, deux doses de 5 et 25^{cgr} de bacilles morts ou diversement modifiés dans leur vitalité et leur virulence, peuvent ensuite supporter impunément l'ingestion d'épreuve d'un repas de 5^{cgr} de tuberculose bovine fraîche, sûrement infectante pour les témoins.

Nous avons pu nous convaincre jusqu'à présent que les bacilles tuberculeux bovins tués par cinq minutes d'ébullition, ou simplement chauffés pendant cinq minutes à 70° et ingérés dans les conditions que nous avons indiquées ci-dessus, vaccinent parfaitement après quatre mois, et pour un temps dont il ne nous est pas encore possible de préciser la durée, contre l'infection virulente par les voies digestives.

Nous publierons dans un prochain mémoire le détail de ces expériences ainsi que les résultats d'autres, actuellement en cours, pour lesquelles

nous avons utilisé des bacilles atténués de diverses origines, ou des bacilles broyés dans l'alcool absolu, ou encore des bacilles bovins traités par l'iode ou par l'hypochlorite de chaux.

Mais, dès à présent, nous sommes fondés à admettre *qu'on peut vacciner les jeunes veaux par simple absorption intestinale de bacilles modifiés par la chaleur et que cette méthode de vaccination ne présente aucune sorte de danger.*

Il reste à multiplier les expériences sur un nombre d'animaux suffisant pour justifier son application à la prophylaxie de la tuberculose bovine. Et si les résultats énoncés ci-dessus sont confirmés, rien ne paraît devoir s'opposer à ce que cette méthode de vaccination, sûrement inoffensive, soit appliquée à l'espèce humaine.

Nous pensons qu'il sera possible de mettre les jeunes enfants à l'abri de l'infection tuberculeuse naturelle en leur faisant ingérer, peu de jours après leur naissance et, une seconde fois quelques semaines plus tard, une très petite quantité de bacilles tuberculeux d'origine humaine et bovine modifiés par la chaleur et mélangés à un peu de lait.

La seule précaution essentielle, qu'il sera nécessaire et qu'il ne sera pas toujours aisé de prendre, consistera à tenir les enfants ainsi vaccinés, pendant quatre mois au moins, à l'abri de toute contamination tuberculeuse.

Pour répondre à cette indication, on sera sans doute amené à créer, surtout pour les nouveau-nés de parents tuberculeux, des *nourrisseries* spécialement surveillées en vue d'y empêcher l'introduction de tout germe tuberculeux d'origine humaine ou bovine, susceptible d'infecter les enfants jusqu'à ce qu'ils aient acquis l'immunité vaccinale.

Nous devons croire que les difficultés d'application que présente une telle mesure seraient de peu de poids en regard des immenses intérêts sociaux qu'il s'agit de sauvegarder et des avantages que trouverait l'humanité à préparer pour l'avenir une race d'hommes réfractaires à la tuberculose.

M. **Émile Roux**, à propos de la communication précédente de MM. Calmette et Guérin, s'exprime en ces termes :

Comme MM. Calmette et Guérin, nous avons eu l'idée, M. Vallée et moi,

de faire ingérer à des veaux des bacilles tuberculeux tués, par divers procédés, afin de leur conférer l'immunité.

Voici comment nous y avons été conduits. En novembre 1905 nous avions fait avaler à des veaux de petites quantités de bacilles tuberculeux vivants pour leur donner la maladie. Quelques temps après cette ingestion ces animaux réagirent à la tuberculine; plus tard ils ne réagissaient plus. Nous les avons alors éprouvés en leur injectant des bacilles virulents dans les veines; ils résistèrent, tandis que les témoins périrent en quelques semaines de tuberculose généralisée. Cette expérience montrait que ces veaux avaient contracté l'immunité contre la tuberculose par la voie digestive, à la suite des premières ingestions de bacilles. Elle fut reprise en faisant ingérer à des veaux neufs des bacilles tuberculeux tués, c'est-à-dire plus inoffensifs.

Bien que ces expériences ne soient pas complétement terminées, ce qu'elles nous ont montré est d'accord avec les résultats de MM. Calmette et Guérin. A savoir : qu'il est possible de donner aux BOVIDÉS l'immunité par les voies digestives.

M. **ALFRED PICARD**, en présentant le premier volume de son ouvrage, *Le bilan d'un siècle*, s'exprime ainsi :

Les circonstances m'ayant permis de réunir d'assez nombreux documents publics ou inédits sur le développement de la civilisation chez les différents peuples au cours du dernier siècle, il m'a paru intéressant de coordonner et de condenser ces documents en un tableau d'ensemble.

Telle a été l'origine d'un ouvrage en six volumes, intitulé *Le bilan d'un siècle*, dont j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui le tome Ier à l'Académie des Sciences.

Mon intention ne pouvait être de tenter une encyclopédie proprement dite : le cycle des connaissances humaines est aujourd'hui trop étendu pour qu'un homme puisse avoir la présomption de le parcourir tout entier. Je me suis simplement et modestement efforcé de mettre en lumière par quelques repères caractéristiques les grands progrès accomplis dans les diverses branches de la production.

Si restreint et si sommaire que soit cet aperçu, il n'en a pas moins une réelle portée philosophique. Parfois, en songeant à l'extrême brièveté de

la vie, le penseur se prend à éprouver quelque regret, non certes d'une disparition plus ou moins prochaine, mais de l'impuissance où il est d'explorer largement le domaine ouvert à l'intelligence, d'en étendre les limites par de vastes conquêtes, d'apporter une ample contribution à l'édifice de la science. Cependant, lorsque, au lieu de s'isoler, de considérer sa seule œuvre personnelle, il envisage l'œuvre d'ensemble de ses contemporains, lorsque, au lieu de se borner à une génération, il remonte dans le passé, son impression se modifie aussitôt. Des découvertes et des inventions à peine appréciables quand elles étaient prises séparément acquièrent par leur rapprochement une importance souvent majestueuse; des changements jugés imperceptibles dans la condition morale ou matérielle de l'homme deviennent des transformations profondes, de véritables révolutions. En élargissant ainsi son horizon, en faisant abstraction de l'individualisme pour ne voir que la solidarité et ses effets, l'esprit le plus pessimiste se rouvre à l'espérance; ses défaillances s'effacent devant la perception d'un essor continu de l'humanité.

Une constatation du plus haut intérêt se dégage aussi de cette revue. Je veux parler de l'unité des causes qui agissent sur les diverses manifestations de notre activité. Il est impossible de scruter ces manifestations, d'étudier les formes multiples sous lesquelles se traduit l'évolution humaine sans reconnaître qu'une impulsion commune guide le littérateur, le savant, l'artiste, l'industriel, que les uns et les autres obéissent à une même action supérieure, que cette action dominante reste immuable dans l'extrême variété apparente de ses effets.

Le volume que je vais déposer sur le bureau est consacré à l'enseignement, aux lettres, aux sciences et aux arts, c'est-à-dire à ce qu'il y a de plus noble et de plus élevé. J'y ai mis tous mes soins et toute ma conscience. Le chapitre des Sciences m'a été particulièrement agréable à écrire, puisqu'il me fournissait l'occasion de rendre un respectueux hommage à tant d'illustres confrères, qui sont la gloire de leur temps, du pays et du monde. Si quelque erreur s'y est glissée, j'invoque par avance comme excuse l'immensité de la tâche.

M. **Armand Gautier** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : *La genèse des eaux thermales et ses rapports avec le volcanisme.*

M. **Emil Fischer** fait hommage à l'Académie d'un volume intitulé : *Untersuchungen über Aminosaüren, Polypeptide und Proteïne* (1899-1906).

CORRESPONDANCE.

M. **Charles Trépied**, élu correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Les prix Nobel en 1903*, publication faite par les ordres des corporations chargées de décerner les prix Nobel.

2° *Essai sur le carré magique de N à N nombres*, par Prosper de Lafitte.

3° *La physique moderne et son évolution*, par Lucien Poincaré (présenté par M. Lippmann).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème du cylindre elliptique*. Note de M. **Mathias Lerch**, présentée par M. Emile Picard.

Dans le premier cahier du *Bulletin de la Société mathématique* d'Allemagne, M. W. Wien propose de rechercher la deuxième intégrale, non périodique, de l'équation différentielle que j'écris sous la forme

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + (n + 2m \cos 2x)\,\psi = 0. \tag{1}$$

Pour répondre à cette question il faut distinguer, suivant que le nombre n est grand ou non. Dans le premier cas le procédé proposé par Heine cesse d'être applicable. D'une part la valeur de la constante n qui donne l'intégrale paire

$$\psi_1(x) = \Sigma\, b_\nu \cos 2\nu x, \tag{2}$$

et celle de la constante n' à laquelle correspond l'intégrale impaire

$$\psi_1(x) = \Sigma\, b'_\nu \sin 2\nu x, \tag{3}$$

sont très rapprochées dès que leur partie entière, qui est un carré parfait g^2, surpasse une certaine limite. Cela résulte des développements indiqués par Emile Mathieu et peut s'établir aussi par les méthodes de Heine, convenablement modifiées. J'ai obtenu la formule approchée

$$\sqrt{n} - \sqrt{n'} = \frac{2}{\pi} \sin \pi\sqrt{n} - \frac{m^2}{2n\sqrt{n}},$$

qui s'applique déjà pour $m = 1, g = 10$ avec six décimales exactes.

Pour les coefficients principaux b_ν et b'_ν la méthode de Heine, qui part des valeurs $b_0 = 1$, $b'_1 = 1$, fournit des valeurs très grandes; on devra diviser par un grand nombre pour obtenir le résultat sous forme maniable; les coefficients dont on est parti avec la valeur *un* deviennent négligeables et seront supprimés dans la plupart des applications. Au lieu de procéder de la sorte, je proposerai de mettre les fonctions ψ_1 sous la forme

$$\Sigma\, a_{g+2\nu} \cos (g + 2\nu)x, \qquad \Sigma\, a'_{g+2\nu} \sin (g + 2\nu)x$$

où $\nu = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots$ et où l'on ferait par exemple $a_g = a'_g = 1$. La détermination des coefficients s'effectue à l'aide des formules toutes semblables en fractions continues, comme dans la méthode de Heine; la recherche des paramètres n, n' devient particulièrement commode dans ces circonstances. Toutefois, le procédé de développement qu'on doit à E. Mathieu paraît être préférable.

Dans notre hypothèse de n très grand, les différences $b_\nu - b'_\nu$ sont négligeables dans les applications, et l'on déduit, approximativement, les séries (2) et (3) l'une de l'autre en échangeant les sinus et les cosinus. Enfin, la série (3) donne la valeur approchée de la deuxième intégrale, $\psi_2(x)$, de l'équation (1), et *vice versa*. J'ai obtenu en effet la valeur exacte de l'intégrale non périodique sous la forme

$$\psi_2(x) = \varphi(x) + \frac{1}{2}\, T\, x\, \psi_1(x),$$

où $\varphi(x)$ signifie une série partout convergente

$$\varphi(x) = \Sigma\, c_\nu \sin 2\nu x,$$

et T est donné en fonction de m^2 par une série entière, de forme semblable

à la série $R = n$ d'Emile Mathieu. On a d'ailleurs, en première approximation,

$$T = \frac{n - n'}{g}.$$

Sans entrer dans le détail de ces développements, on peut se rendre compte du lien étroit qui existe entre les intégrales de l'équation (1), relatives à n et n', en raisonnant comme il suit. Désignons par $\chi(x)$ la série (3) en retenant $\psi_1(x)$ pour désigner la série (2); on tire alors des équations (1) relatives aux paramètres n et n' la relation

$$\psi_1 \chi'' - \psi_1'' \chi = (n - n') \psi_1 \chi, \quad \psi_1 \chi' - \psi_1' \chi + \delta(x) = C,$$

où j'ai fait $\delta(x) = (n' - n) \int \psi_1(x) \chi(x)\, dx$.

Il s'ensuit cette expression de la deuxième intégrale

$$C \psi_1(x) \int \frac{dx}{\psi_1^2(x)} = \chi(x) + \psi_1(x) \int \frac{\delta(x)\, dx}{\psi_1^2(x)};$$

en observant que la dérivée $\delta'(x)$ s'annule en même temps que $\psi_1(x)$, on constate aisément que la seconde partie du deuxième membre est une transcendante entière, négligeable avec $n - n'$.

Je termine en indiquant comment on pourra procéder dans la recherche de la deuxième intégrale de (1), $\psi_2(x)$, dans le cas où n ne dépasse pas certaines limites, cas où la méthode de Heine est commode. Supposant connue la série (2), je pose

$$\psi_2(x) = \varphi(x) + x \psi_1(x), \quad \varphi(x) = 2 \sum c_\nu \sin 2\nu x, \quad \psi_1(x) = 1 + 2 \sum_1^\infty b_\nu \cos 2\nu x.$$

On constate *a priori* que $\varphi(x)$ est une transcendante entière et périodique et il ne reste qu'à obtenir les coefficients C_ν. Ils résultent de l'équation différentielle

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} + (n + 2m \cos 2x)\varphi + 2\psi_1'(x) = 0,$$

sous la forme

$$c_\nu = Q_\nu c_1 + R_\nu;$$

les quantités $Q\nu$ et $R\nu$ sont des fonctions des b et des constantes m, n, qu'on calcule successivement à l'aide des relations récurrentes

$$Q_{\nu+1} = \frac{4\nu^2 - n}{m} Q_\nu - Q_{\nu-1}; \quad Q_0 = 0, \quad Q_1 = 1,$$

$$R_{\nu+1} = \frac{4\nu^2 - n}{m} R_\nu - R_{\nu-1} + \frac{4\nu b_\nu}{m}; \quad R_0 = R_1 = 0.$$

La constante C_1 ne s'obtient pas de cette manière et il faut procéder autrement; la première idée qui se présente à l'esprit consiste à satisfaire la condition de convergence en faisant

$$c_1 = -\lim_{\nu=\infty} \frac{R_\nu}{Q_\nu};$$

mais la théorie fournit plusieurs relations qui peuvent rendre même service et que je me réserve d'exposer dans un mémoire plus étendu.

PHYSIQUE. — *Pouvoir inducteur spécifique et conductibilité. Viscosité électrique.* Note de M. **André Broca.**

Dans une Note antérieure j'ai montré que, dans le cas des métaux, on rend compte des phénomènes observés pour la résistance des fils et aussi pour le pouvoir réflecteur en supposant que l'expression $\frac{K}{2cT} = A$, A étant une quantité qui, de $T = 3\,000\,000$ à $T = 10$ trillions varie entre 1,2 et 1,5. K est le pouvoir inducteur spécifique et c est la conductibilité; T est la période de la perturbation électromagnétique à laquelle le métal est soumis. Je viens de démontrer, en collaboration avec M. Turchini, que les électrolytes présentent des perturbations plus grandes encore que les métaux, relativement à la résistance des conducteurs cylindriques pour les courants de haute fréquence. On rend compte de ces phénomènes en faisant la même hypothèse que j'ai faite dans le cas des métaux, celle de l'existence d'un pouvoir inducteur spécifique suffisant pour que son action se fasse sentir en même temps que celle de la conductibilité. Dans le cas de l'eau acidulée, le calcul, mené exactement comme dans le cas des métaux (*Comptes rendus*, 26 juin 1905), conduit à la valeur $\frac{K}{2cT} = 0{,}80$.

La seule différence entre les deux calculs, c'est qu'au lieu de définir la fonction de Bessel dont dépend le problème par la formule $J_0 = \frac{2\cos\left(\frac{\pi}{4} - x\right)}{\sqrt{2\pi x}}$ qui ne s'applique que pour les valeurs assez grandes de x, il faut employer le développement en série connu. D'ailleurs, pour les valeurs faibles de la variable, qui seules ont été réalisées dans le cas des électrolytes, les deux ou trois premiers termes des séries m'ont toujours suffi.

Ainsi cet argument $\frac{K}{2cT}$, qui s'introduit naturellement dans tous les calculs, non seulement a dans tous les cas une valeur finie, mais a des valeurs qui ne varient que du simple au double quand la conductibilité varie dans le rapport de 1 à 1 million (eau acidulée et cuivre), et que la fréquence varie de cent mille à dix trillions (circuit de condensateur et Rest-Strahlen de M. Rubens), c'est-à-dire dans le rapport de 1 à cent millions.

Nous allons voir la signification et le rôle de ce paramètre $\frac{K}{2cT}$.

Si nous appelons u le vecteur intensité et P le vecteur force électromotrice en un point, nous avons la relation : $4\pi u = 4\pi c\mathrm{P} + \mathrm{K}\frac{d\mathrm{P}}{dt}$. Supposons que P soit de la forme $\mathrm{P} = \mathrm{P}_0\, e^{-(\alpha t+\beta z)} \sin 2\pi\left(\frac{t}{\mathrm{T}} - \frac{z}{\lambda}\right)$ correspondant à une onde plane polarisée, amortie et absorbée, nous voyons immédiatement que u sera de la forme

$$u = \mathrm{A} \sin 2\pi\left(\frac{t}{\mathrm{T}} - \frac{z}{\lambda} + \varphi\right),$$

c'est-à-dire que la présence du terme $\mathrm{K}\frac{d\mathrm{P}}{dt}$ introduit une différence de phase entre le courant et la force électromotrice, jouant ainsi le rôle d'une capacité sur un circuit ; on obtient, par la méthode d'identification bien connue, les valeurs :

$$\operatorname{tg} 2\pi\varphi = \frac{\mathrm{K}}{2c\mathrm{T}\left(1 - \frac{\mathrm{K}}{2c\mathrm{T}} \cdot \frac{\alpha\mathrm{T}}{2\pi}\right)}$$

$$\mathrm{A} = c\mathrm{P}_0\, e^{-(\alpha t+\beta z)} \sqrt{\left(1 - \frac{\mathrm{K}}{2c\mathrm{T}} \cdot \frac{\alpha\mathrm{T}}{2\pi}\right)^2 + \frac{\mathrm{K}^2}{4c^2\mathrm{T}^2}}.$$

L'amplitude du courant total n'est donc pas la somme des amplitudes des deux courants composants, courant de conduction et courant de déplacement ; la conductibilité joue le même rôle qu'une viscosité. L'effet dépend d'ailleurs essentiellement de la valeur de la variable $\frac{K}{2cT}$, qui définit d'une manière suffisante cette viscosité (on pourrait également, comme dans le cas du magnétisme, donner à ces phénomènes le nom de *traînage*).

L'amortissement $\frac{\alpha T}{2\pi}$ entre bien dans les formules ; mais, avec les valeurs qu'il prend dans le cas habituel, qui sont de l'ordre des centièmes, au plus, et les valeurs mesurées de $\frac{K}{2cT}$, on peut négliger l'action de l'amortissement sur la phase φ et sur l'amplitude. On peut donc donner à l'expression $\frac{K}{2cT}$ le nom de *Constante de viscosité électrique*.

Dans le cas qui nous occupe il y a également un retard du champ magnétique sur le courant. En effet, l'équation de Maxwell devient dans le cas

simple actuel $4\pi\, u = \frac{dY}{dz}$ ou $Y = 4\pi A e^{-\alpha t} \int e^{-\beta z} \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{z}{\lambda} + \varphi\right) dz$ ce qui donne finalement $Y = 4\pi\, A\, e^{-(\alpha t + \beta z)} \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{z}{\lambda} + \varphi + \varphi'\right)$ avec $\operatorname{tg} 2\pi\varphi' = \frac{1}{0{,}23\sqrt{v^2 c T}}$, v étant la vitesse de lumière, c la conductibilité et T la période. Cette tangente, pour les ondes calorifiques de M. Rubens, est de l'ordre des centièmes, l'angle $2\pi\varphi'$ est donc très petit ; la différence de phase entre la force magnétique et le courant est donc très petite.

La constante de viscosité a une variation extrêmement lente, comme nous l'avons déjà vu, le phénomène est donc à peu près le même dans tous les corps conducteurs. Cela me semble devoir éclairer d'une manière toute spéciale la théorie de ces corps.

La viscosité électrique introduit, comme nous l'avons vu dans le cas des oscillations rapides, une différence de phase entre le courant et la force électromotrice, dont il faut tenir compte par conséquent dans le calcul de l'énergie dépensée par un courant de haute fréquence sur une self donnée. Mais dans ce cas le décalage dû à la self-induction est toujours d'un autre ordre de grandeur, et par conséquent l'effet de la viscosité est négligeable.

De ce qui précède, on peut conclure que le pouvoir inducteur spécifique dans le cas des conducteurs comme dans celui des diélectriques, n'est pas une constante bien définie ; la viscosité au contraire, dans le cas des conducteurs est une constante importante. Il semble cependant que l'existence d'un pouvoir inducteur spécifique très élevé est une condition essentielle de l'existence de la conductibilité ; il semble également que la théorie de la conductibilité doit être plus aisée à aborder dans le cas des hautes fréquences, où la viscosité est à peu près constante, que dans le cas des fréquences plus basses où, comme je l'ai montré dans une Note précédente (26 juillet 1905), la viscosité a une variation beaucoup plus rapide.

Je ne sais d'ailleurs quelle est la valeur de la viscosité pour les fréquences inférieures à 100000, n'ayant pu faire d'expériences pour les fréquences moins élevées.

PHYSIQUE. — *Sur l'Aurore boréale.* Note de M. **P. Villard**, présentée par M. J. Violle.

Considérons le champ magnétique, de forme analogue au champ terrestre, obtenu entre deux pôles d'aimant. Ce champ est de révolution, possède un

plan équatorial et, dans toute direction normale à l'axe, décroît du centre à la périphérie.

Supposons qu'un corpuscule cathodique soit lancé dans le plan équatorial. Si le champ était uniforme, ce corpuscule décrirait une circonférence et repasserait au point de départ. Par suite de la décroissance du champ de l'axe vers la périphérie, la trajectoire, d'ailleurs plane par raison de symétrie, ne se refermera pas sur elle-même, et présentera une grande ressemblance avec le lieu décrit par un point extérieur à une circonférence à laquelle il est lié invariablement et qui roule sur une autre circonférence. A chaque tour

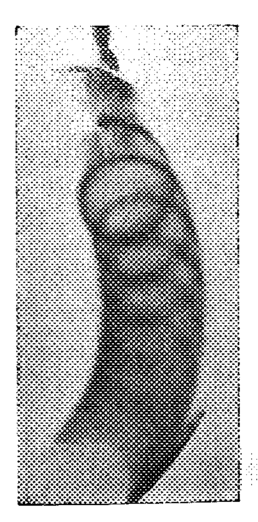


Fig. 1.

se produit un décalage vers l'Est si le champ est orienté comme le champ terrestre. Ce résultat est aisé à prévoir géométriquement et se vérifie complètement par l'expérience.

Si maintenant nous considérons un rayon catholique oblique au plan équatorial, ce rayon, dirigé par exemple du côté Nord, s'enroulera suivant une courbe rappelant l'hélice, mais avec un décalage progressif vers l'Est pour la même raison que plus haut. Le *tube d'enroulement* sera donc oblique au champ. Arrivé à une certaine distance du pôle, le pas de l'hélice s'annulera et le rayon rebroussera chemin : en effet M. Poincaré a démontré que, dans un champ produit par un pôle isolé, un rayon cathodique s'enroule suivant une ligne géodésique et par suite revient en arrière après s'être approché du pôle sans pouvoir l'atteindre. Cette propriété remarquable, due à la convergence des lignes de force, est ici applicable. Donc à une certaine distance D du pôle magnétique l'enroulement repartira vers le Sud, avec un décalage progressif toujours vers l'Est, et le nouveau tube d'enroulement sera symétrique du premier par rapport au méridien magnétique du lieu de rebroussement. Vers le pôle Sud nouveau retour vers le Nord, nouvel arrêt à la distance D du pôle, et ainsi de suite. L'ensemble de tous ces tubes d'enroulement limités de part et d'autre par deux parallèles magnétique, formera une nappe en

zigzag qui sera de révolution autour de l'axe du champ, comme l'enroulement plan considéré plus haut.

La figure 1 est la photographie d'un rayon ainsi enroulé.

Ces phénomènes s'observent avec la plus grande facilité avec une ampoule sphérique placée entre les pôles coniques d'un électro-aimant Ruhmkorff.

Quand on fait varier le champ, toutes les spires diminuent de diamètre. Le décalage de chaque spire vers l'est du champ diminue dans le même rapport. Il en résulte que tous les tubes d'enroulement se rapprochent du point de départ du rayon proportionnellement à leur numéro d'ordre ; d'où une rotation, plus exactement un enroulement ou un déroulement de la nappe en zigzag dont le diamètre et la longueur ne changent pas.

Supposons maintenant qu'un cirrus électrisé négativement se décharge sous l'influence de l'ultra-violet solaire ou de toute autre cause. Il donnera un large faisceau cathodique parallèle, oblique au champ magnétique terrestre. Tous les rayons émis s'enrouleront en spires identiques et l'en-

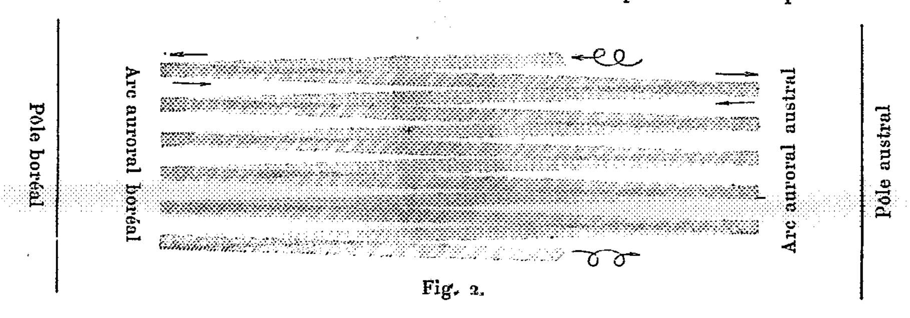


Fig. 2.

semble formera une bande lumineuse confuse ayant pour épaisseur le diamètre d'une spire (moins de 100^m) et pour largeur celle du nuage plus ce même diamètre. Ce faisceau se comportera comme les rayons dont il est composé et, en vertu de ce qui est dit plus haut, donnera naissance à la nappe de révolution décrite en zigzag de l'Ouest à l'Est et limitée par deux parallèles magnétiques. Cette nappe est représentée en planisphère (*fig.* 2). La superposition partielle des faisceaux aller et retour également inclinés sur les méridiens magnétiques donnera une série de renforcements de lumière orientés suivant ces méridiens et régulièrement distribués autour de l'axe magnétique. Ce seront les *rayons auroraux*. Si la largeur des faisceaux est telle que deux faisceaux voisins se recouvrent en partie, on aura l'aurore *en draperies*. Tous les faisceaux se terminant sur un parallèle magnétique, celui-ci constituera l'*arc auroral* à l'intérieur duquel les rayons cathodiques ne peuvent pénétrer. Sur cet arc les spires sont plus serrées que partout ailleurs, d'où les renforcements de lumière

observés à la base des rayons auroraux. Vers l'équateur magnétique les spires seront plus allongées, les faisceaux ne seront pas superposés, on ne verra presque rien. Le sens de description de la nappe cathodique étant O-E, l'aurore commençant dans l'hémisphère éclairé abordera l'hémisphère obscur par son bord Ouest, et se dirigera en zig-zag vers l'Est en s'affaiblissant. Les points pour lesquels le Soleil vient de se coucher verront donc les faisceaux avant que les allers et retours successifs ne les aient notablement affaiblis. D'où une plus grande fréquence apparente des aurores aux premières heures de la nuit, conformément à l'observation.

La rotation de l'aurore résulte d'un enroulement ou déroulement de la nappe en zigzag sous l'influence d'une variation du champ terrestre. Une perturbation magnétique produisant un changement de convergence du champ, général ou local, fera varier ou déformera la parallèle qui limite la nappe aurorale, d'où un mouvement longitudinal des rayons (*danse des rayons*).

Tous ces aspects se réalisent rigoureusement au moyen d'une vaste ampoule dans laquelle on produit un faisceau cathodique aussi parallèle que possible et oblique aux lignes de force d'un champ produit entre les pôles d'un électro-aimant. On voit, surtout vers les pôles, les rayons auroraux, les deux arcs auroraux Nord et Sud, et les renforcements de lumière à la base des faisceaux. En faisant varier le champ on enroule ou on déroule à volonté cette aurore artificielle. En approchant d'un des pôles une petite tige de fer on déforme le champ et on réalise à volonté la *danse des rayons*.

PHYSIQUE. — *Sur la liquéfaction de l'air par détente avec travail extérieur.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une précédente Note [1] j'ai signalé tout l'intérêt qu'il y a à relever la température initiale de l'air qui se détend dans les machines à air liquide basées sur la détente avec travail extérieur. En s'éloignant du zéro absolu, on relève la quantité de travail qu'il est possible de soustraire à l'air comprimé, donc le rendement frigorifique et la récupération d'énergie, d'autant qu'on atténue considérablement ainsi la contraction anormale de cet air comprimé due au voisinage immédiat de la liquéfaction.

J'ai indiqué dans cette Note, sous le nom de *Liquéfaction sous pression*, un moyen simple d'arriver à ce résultat :

Au lieu de laisser l'air détendu se liquéfier spontanément sous une pres-

(1) *Comptes rendus*, 13 novembre 1905.

sion très faible à sa sortie de la machine, on l'emploie pour provoquer la liquéfaction d'une autre fraction d'air comprimé sous la pression initiale, qui peut être utilement de 40 atmosphères, pression critique de l'air.

L'air détendu se réchauffe alors dans le liquéfacteur jusqu'aux environs de — 140°, température de liquéfaction du gaz qu'il condense et, pénétrant dans l'échangeur à cette température et non plus à — 190°, refroidit beaucoup moins l'air d'admission.

J'ai pu faire un pas de plus dans la voie indiquée.

Dans le dispositif précédent, dès qu'à chaque cylindrée la détente commence, elle se traduit par une chute de température considérable, tant par le travail même effectué dans ce début de détente que par l'abaissement de la chaleur spécifique de l'air, très grande comme on sait à pression élevée et basse température.

Il en résulte que si, grâce au relèvement de la température initiale réalisé par l'artifice de la liquéfaction sous pression, le début de la détente se fait dans de bonnes conditions, on retombe pour le reste de la détente dans les mauvaises conditions d'une température trop basse par elle-même et où l'inexactitude si nuisible de la loi de Mariotte reprend ses droits malgré la pression moindre.

Pour obvier à cet inconvénient, j'ai imaginé de faire la détente en deux portions distinctes.

La première détente, qui s'effectue en A, est arrêtée au point où la température atteint une valeur notablement au-dessous de la température critique de l'air, disons par exemple — 160°.

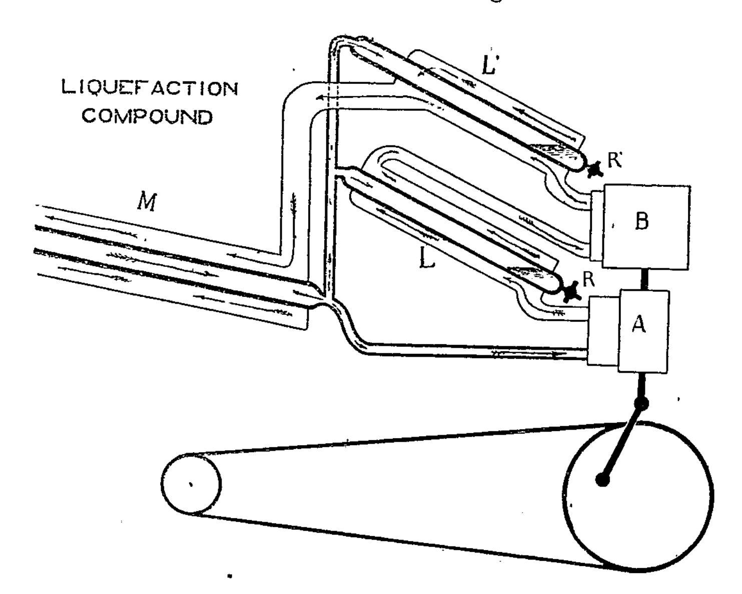
L'air partiellement détendu est alors conduit dans le premier liquéfacteur L alimenté par une partie de l'air comprimé (40^{atm}) et froid du circuit d'alimentation. Il en provoque la liquéfaction à — 140° en se réchauffant lui-même à cette température; ainsi réchauffé, il retourne alors dans un second cylindre B accomplir dans de bien meilleures conditions le reste de sa détente, est envoyé dans un deuxième liquéfacteur, L, analogue au premier, pour provoquer une deuxième liquéfaction, puis retourne à l'échangeur de température M où il circule en sens inverse de l'air comprimé entrant. C'est ce que j'ai appelé *la liquéfaction compound* et il serait loisible, si on le jugeait à propos, de multiplier davantage les étapes de la détente et de tendre ainsi vers la détente isothermique à la température critique de l'air.

Ce processus est évidemment applicable dans tous les cas, quel que soit l'appareil (turbine, machine à cylindres, etc.) où s'effectue la détente avec travail extérieur.

En outre de ces avantages théoriques, la liquéfaction compound présente des avantages pratiques fort importants et du même ordre que ceux invoqués pour le compoundage des machines à vapeur.

Cet ensemble d'avantages théoriques et pratiques se traduit par des résultats que mettent en évidence mes étapes successives :

Les chiffres ci-après sont relatifs à des puissances dépensées de 60 à 70 chevaux, récupération déduite, les compresseurs d'air étant supposés fournir par cheval-heure sur l'arbre 6 kilogrammes d'air comprimé à



40 atmosphères effectives, ce qui correspond à un rendement de 66 p. 100 environ.

L'air liquide produit, compté en liquide soutiré à la pression atmosphérique, est supposé titrer 35 p. 100 d'oxygène, valeur moyenne obtenue dans la pratique et sa densité est en conséquence égale à celle de l'eau.

Première étape. — Liquéfaction spontanée sous la pression atmosphérique : $0^l,2$ d'air liquide par cheval-heure, au plus.

Deuxième étape. — Liquéfaction sous pression (chiffre rectifié de ma communication du 30 juin 1902, dans laquelle une cause d'erreur importante avait passé inaperçue) 0^l66 par cheval-heure.

Troisième étape. — Liquéfaction compound : $0^l,85$ par cheval-heure.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les propriétés magnétiques des combinaisons du bore et du manganèse.* Note de M. **Binet du Jassonneix**, présentée par M. H. Moissan.

Heusler[1] a signalé les propriétés magnétiques des combinaisons du manganèse avec l'étain, l'arsenic, l'antimoine, le bismuth, le bore et l'aluminium, ainsi que la variation de ces propriétés avec la composition des alliages étudiés. En particulier, la perméabilité des bronzes contenant du manganèse et de l'aluminium est maxima lorsque les proportions de ces métaux sont dans le rapport de leurs poids atomiques.

La réduction des oxydes du manganèse par le bore au four électrique permet d'obtenir des fontes contenant jusqu'à 28,6 p. 100 de bore et dont on peut séparer deux borures définis MnB et MnB^2[2]. Ces fontes sont plus ou moins attirables par un aimant et leurs propriétés magnétiques varient avec leur teneur en bore.

Elles fondent, en s'oxydant à l'air, à une température trop élevée pour qu'il soit possible d'opérer dans le vide et la difficulté de les obtenir en lingots de dimensions convenables oblige à les étudier sous forme de poudres.

Les fontes étudiées, qui se pulvérisent avec facilité, ont été tamisées avec soin et des poids égaux ont été successivement introduits dans un même tube de verre et tassées sans compression jusqu'à volume invariable pour chaque échantillon, Le tube de verre a été introduit dans la partie centrale d'une bobine magnétisante et les variations du flux d'induction lorsqu'on interrompait le courant inducteur ou lorsqu'on retirait le tube contenant la fonte ont été mesurées au moyen d'une bobine auxiliaire placée dans le circuit d'un galvanomètre balistique. Des mesures ont été faites en même temps avec les borures définis MnB et MnB^2 préparés au moyen des fontes précédentes et avec de la limaille de fer doux tamisée de la même façon, brillante ou oxydée superficiellement.

Les déviations obtenues sur l'échelle lumineuse du galvanomètre en retirant le tube de verre ont été les suivantes :

Intensité du courant inducteur.	$0^{amp},11$	$0^{amp},19$	$0^{amp},25$
Fonte à 1,4 o/o de bore.	0^{mm}	0^{mm}	0^{mm}
— à 4 o/o —	0	0	0
— à 7,7 o/o —	2	3	4

(1) Heusler, *Zeit. f. angew. Ch.* XVII, 1904, p. 260.

(2) Binet du Jassonneix, *B. Soc. ch.* 3, t. XXXV, 1906, p. 102.

Intensité du courant inducteur.	$0^{amp.},11$	$0^{amp},19$	$0^{amp},25$
Fonte à 10 o/o de bore.	$3^{mm},5$	$5^{mm},5$	$7^{mm},5$
— à 12,9 o/o —	5	8	11
— à 15,5 o/o —	4	7	9
— à 16,1 o/o —	3	6	8
— à 17,3 o/o —	1	3	3,5
— à 17,8 o/o —	0,5	2,5	3
— à 19,4 o/o —	0,25	0,5	0,5
— à 21 o/o —	0	0	0
Borure défini MnB —	3	6	8,5
— MnB^2 —	0	0	0
Limaille de fer brillante —	7	13	16
— oxydée —	5	11	14

En interrompant le courant inducteur successivement en présence et en l'absence du tube de verre contenant les fontes, la différence des déviations obtenues a reproduit les valeurs du tableau précédent, à une fraction de millimètre près en moins pour les fontes fortement magnétiques qui possèdent du magnétisme rémanent. Le courant inducteur (dont l'intensité avait été maintenue quelque temps à $0^{amp},25$) étant interrompu, la fonte à 12,9 p. 100 de bore dont la perméabilité magnétique est la plus grande a donné une déviation de $0^{mm},5$ lorsqu'on enlevait le tube, alors que la limaille de fer donnait une déviation de $2^{mm},5$.

Dans cette fonte, ainsi que dans la limaille de fer prise comme terme de comparaison, l'induction a pris des valeurs proportionnelles au champ inducteur jusqu'à la limite des expériences, l'intensité du courant dans la bobine magnétisante ayant varié depuis 0 jusqu'à $0^{amp},55$, ce qui correspondait à un champ d'environ 300 unités.

Si l'on porte en abscisses la teneur des fontes en bore et en ordonnées les déviations du galvanomètre sensiblement proportionnelles à la perméabilité magnétique, on obtient des courbes qui présentent des maxima très accentués entre les teneurs de 13 et de 15 p. 100. L'étude chimique de ces fontes a montré que, de 0 à 15 p. 100 de bore, elles contiennent seulement le borure défini MnB que l'on peut séparer par l'action ménagée du chlore au-dessous du rouge, tandis qu'au-dessus de 15 p. 100, elles contiennent un mélange des borures MnB et MnB^2, la proportion de ce dernier allant en augmentant avec la teneur en bore. L'examen des deux composés définis montre que seul le borure MnB présente des propriétés magnétiques accentuées. Le maximum de perméabilité des fontes correspond à une teneur en bore de 14 à 15 p. 100, inférieure à celle de ce borure (16,6); cela tient à la présence, dans les fontes dont la teneur en bore dépasse 15 p. 100, d'une petite quantité de borure MnB^2 non magné-

tique. Enfin, le traitement qui permet de séparer le borure MnB oxydant superficiellement ce corps, il est naturel de trouver pour sa perméabilité magnétique une valeur plus faible que celle de la fonte la plus perméable, la différence étant de l'ordre de celle que l'on trouve dans les mêmes conditions entre la limaille de fer brillante et la limaille légèrement oxydée.

En résumé, des deux borures définis MnB et MnB^2, le premier seul présente des propriétés magnétiques, et la perméabilité des fontes borées de manganèse est d'autant plus grande qu'elles contiennent davantage de ce borure.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les iodomercurates de magnésium et de manganèse.* Note de M. **A. Duboin**, présentée par M. L. Troost.

Comme pour la préparation des iodomercurates alcalino-terreux, j'ai fait dissoudre dans une petite quantité d'eau alternativement et jusqu'à refus de l'iodure métallique et du biiodure de mercure, en hâtant la dissolution vers la fin de l'opération par une faible élévation de température.

Sels de magnésium. — En opérant avec l'iodure de magnésium, on obtient une liqueur qui, pour la température de 17°8, a pour densité 2,92 et une composition qu'on peut représenter par la formule MgI^2, 1,29 H^2O, 11,06 H^2O.

Magnésium	7,34 p. 100	7,38 p. 100.
Mercure	19,01 —	19,07 —
Iode	56,11 —	55,89 —

Abandonnée à l'évaporation spontanée dans l'air sec, elle laisse déposer de beaux cristaux d'un sel ayant pour densité 3,8 à 0° et pour formule MgI^2, 2 Hg I^2, 7 H^2O.

	TROUVÉ 1er DÉPÔT	2e DÉPÔT	3e DÉPÔT	4e DÉPÔT	CALCULÉ
	—	—	—	—	—
Magnésium	1,93	2,02	1,94	1,95	1,829
Mercure	29,41	29,61	29,62	»	30,487
Iode	57,56	57,92	57,81	57,97	58,079

Deuxième iodomercurate de magnésium. — Après ces dépôts, la liqueur se prend en masse. Réchauffée au bain-marie avec une très faible quantité d'eau, elle dépose des octaèdres très déliquescents. Leur densité est environ 2,9 et l'analyse conduit à leur assigner la formule MgI^2, HgI^2, 9 Hg^2O.

	TROUVÉ		CALCULÉ
Magnésium	2,75	2,72	2,728
Mercure	22,08	22,11	22,361
Iode	56,34	56,45	56,797
Eau	»	»	18,112

Idomercurate de manganèse. — La liqueur obtenue avec l'iodure de manganèse a pour composition HgI^2, $1,40 MnI^2$, $10,22 H^2O$ pour la température de 17° et une densité de 2,98.

Manganèse	7,34	7,38 p. 100.
Mercure	19,01	19,07 —
Iode	55,89	56,11 —

Par évaporation dans l'air sec en présence d'acide sulfurique elle a fourni un sel dont la densité est 3,8 et auquel l'analyse assigne pour formule $3\,MnI^2$, $5\,HgI^2$, $20\,H^2O$.

	TROUVÉ 1er DÉPÔT	2e DÉPÔT	3e DÉPÔT	CALCULÉ
Manganèse	4,74	4,53	4,57	4,638
Mercure	28,22	28,85	28,43	28,113
Iode	56,92	56,89	»	57,126
Eau	»	»	»	10,120

En présence de l'eau et des dissolvants, ces iodomercurates se comportent très sensiblement comme les iodomercurates de calcium que j'ai décrits précédemment [1].

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction du séléniure d'antimoine.* Note de M. **P. Chrétien**, présentée par M. A. Ditte.

On admet que le séléniure d'antimoine est complètement réduit par l'hydrogène, comme le sulfure, mais que la réaction est beaucoup plus lente. L'étude de cette réaction m'a permis d'observer les faits suivants.

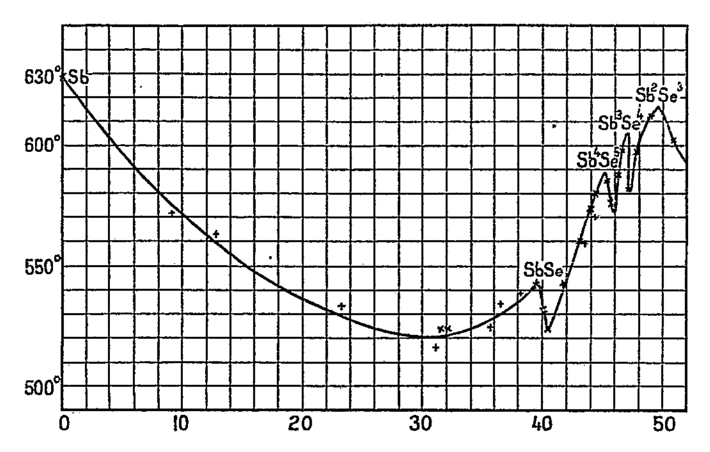
Lorsqu'on chauffe au rouge du séléniure d'antimoine dans un courant d'hydrogène pur, il se fait tout d'abord un abondant dégagement d'acide sélénhydrique et on voit apparaître un dépôt de sélénium. En opérant sur 1^{gr} de séléniure pendant une heure, le dégagement d'acide sélénhydrique devient extrêmement lent, et au-dessus de la nacelle on remarque de belles et fines aiguilles à éclat métallique. La perte de poids correspond sensiblement à la formation d'un sous-séléniure Sb^4Se^5 et l'analyse du contenu de la nacelle, dont l'aspect est métallique, montre qu'il a bien cette composition. Quant aux aiguilles sublimées, elles s'obtiennent toujours en très petite quantité, quelques centi-

(1) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 395.

grammes à peine et n'ont pas la même composition; elles représentent un séléniure salin Sb^3Se^4.

Il semble bien que le produit de composition Sb^4Se^5 est un composé défini; en tous cas il n'y a pas eu mise en liberté d'antimoine. En effet ce produit chauffé à 850° dans un courant de gaz inerte se volatilise complètement sans qu'il reste le moindre résidu dans la nacelle et le produit sublimé a toujours l'aspect d'une masse métallique fondue dont la composition n'a pas varié. De plus ce produit est lui-même réductible par l'hydrogène au rouge, mais, sans avoir mesuré exactement la vitesse de la réduction, j'ai cependant observé qu'elle a complètement changé. En 1^h, 1^{gr} de triséléniure perd 8,3 p. 100 de son poids, tandis que, dans les mêmes conditions et pendant le même temps, la perte du produit de composition Sb^4Se^5 n'est plus que de 1,3 p. 100.

J'ai pensé que la courbe de fusibilité des mélanges d'antimoine et de sélénium devait indiquer l'existence de ces sous-séléniures. Je me suis servi pour mes mesures du four électrique à enroulement de fil de nickel; au



centre un tube de bohême où se faisaient les dissolutions dans une atmosphère de gaz carbonique était entouré d'un tube de fer très épais. Les températures étaient prises avec un couple gradué entre les températures d'ébullition du soufre [445° + (H — 760)0,09] et du sélénium [690° + (H — 760)0,1].

La température de fusion de l'antimoine donnée dans ces conditions par deux expériences très concordantes avec deux échantillons d'antimoine pur d'origines très différentes a été de 628°. La dernière détermination due à Krafft est de 625°.

Pour l'étude des dissolutions, j'ai toujours fait l'analyse du produit sur deux échantillons, l'un pris dans la partie moyenne immédiatement au contact de la soudure, l'autre pris dans l'extrémité inférieure.

Les résultats que j'ai obtenus sont représentés par une courbe qui indique nettement l'existence de trois nouvelles combinaisons de l'antimoine et du sélénium : le monoséléniure SbSe, le sous-séléniure Sb^4Se^5 ou S^2bSe^3, 2SbSe et le séléniure salin Sb^3Se^4 ou Sb^2Se^3, SbSe.

Le séléniure salin s'obtient bien dans la réduction par l'hydrogène du triséléniure, il se sublime en très belles aiguilles, mais toujours en quantité infime. Le sous-séléniure Sb^4Se^5 est au contraire obtenu très facilement dans cette réduction.

Quant au monoséléniure il faudrait, pour l'obtenir ainsi, un temps très long; il est lui-même réduit par l'hydrogène, mais avec une vitesse extrêmement faible. Pendant 1^h et dans des conditions semblables aux précédentes, 1^{gr} de monoséléniure perd 0,3 p. 100 de son poids. La vitesses approximatives de réduction des trois séléniures Sb^2Se^3, Sb^4Se^5 et SbSe peuvent se représenter par les nombres 28 ; 4, 3 et 1.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'attaque du platine par l'acide sulfurique.* Note de M. **L. Quennessen**, présentée par M. H. Moissan.

L'action de l'acide sulfurique sur le platine a donné lieu à de nombreux mémoires; parmi les plus importants, on peut citer ceux de Scheurer-Kestner [1] et Conroy [2]. Le premier admettait que la présence des produits nitreux hâtait la dissolution du platine dans l'acide sulfurique, le second au contraire leur attribuait une action retardatrice.

Tout récemment, M. Delépine [3] a signalé une attaque du métal notablement plus élevée que celle qu'indiquent les chiffres donnés par Scheurer-Kestner ; de plus, d'après ses observations, l'addition d'acide azotique à l'acide sulfurique n'influerait nullement sur la vitesse d'attaque.

La question ne me paraissant pas plus résolue qu'auparavant, j'ai donc entrepris avec l'acide sulfurique *pur* un certain nombre de recherches dont les résultats jetteront un jour nouveau sur ce problème qui a intéressé à un si haut point la grande industrie chimique.

Après avoir vérifié par le sulfate ferreux et aussi par la diphénylamine que l'acide sulfurique employé était entièrement exempt de produits nitreux, j'ai tout d'abord étudié l'action de l'acide à 94 p. 100 de SO^4H^2 sur le platine *du commerce*. Dans ce but, j'ai pris

(1) Scheurer-Kestner, *Comptes rendus*, t. LXXXVI, 1878, p. 1082. *Bull. Soc. Chim.* (2) t. XXIV 1875, p. 501. *Ibid.*, t. XXX, 1878, p. 28, *Comptes rendus*, t. XCI, 1880, p. 59.

(2) J. T. Conroy, *Journ. Soc. Chim. Ind.*, t. XXII, 1903, p. 465.

(3) M. Delépine, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 866 et p. 1013.

du métal servant à confectionner les vases à concentrer cet acide et, de plus, j'ai exagéré à dessein la température en dépassant notablement le maximum de 288° atteint dans l'industrie, pour obtenir l'acide à 94 p. 100 de monohydrate. Et pour finir j'ai répété les mêmes essais avec du platine *pur* que j'ai spécialement préparé à cette occasion. D'autre part, pour écarter l'action sur le platine du sulfate acide de potassium utilisé par M. Delépine en vue d'élever le point d'ébullition, j'ai opéré en tube scellé entre 390 et 400°. Sainte-Claire Deville[1] a du reste indiqué que ce sel attaquait le platine au niveau de la zone d'air.

Les résultats de ces divers essais, qui tous ont eu une durée égale à 9^h vers 400°, ont été donnés en rapportant l'attaque à un décimètre carré de métal pendant 1^h (50^{cm^2} sur chaque face).

Avec le platine *du commerce* la chauffe a été faite : 1° Dans le vide et 2° dans une atmosphère d'oxygène.

Dans le vide, l'attaque a été de 0^{gr},001 par décimètre-heure et dans l'oxygène de 0^{gr},124, dans cette deuxième expérience, à l'ouverture du tube, j'ai en outre constaté un vide partiel correspondant à 35 millimètres de mercure pour le volume du tube que j'ai employé. Il y a donc eu une absorption d'oxygène.

Avec le platine *pur*, dans les mêmes conditions, les résultats ont été les suivants :

Dans le tube rempli d'oyygène, l'attaque n'a plus été que de 0^{gr},0227 par décimètre-heure et dans celui où le vide avait été fait 0^{gr},0006.

Dans ces quatre essais les lames de métal avaient été enroulées en spirale ; j'ai pu alors constater que seules les parties immergées dans l'acide avaient été attaquées, les surfaces restées en dehors du liquide ayant conservé tout leur brillant.

Le platine *du commerce* est fortement moiré, tandis que le métal *pur* n'est que décapé.

Ces faits établis, j'ai continué ces recherches exclusivement avec du platine *pur*, en présence d'acide à différents degrés de concentration et dans le vide seulement, l'intervention de l'oxygène ayant été nettement établie par les premiers essais.

Avec l'acide SO^4H^2 contenant un excès d'anhydride (environ 2 p. 100) l'attaque a été de 0^{gr},0265 par décimètre-heure, sensiblement la même que celle du métal pur dans l'oxygène et, à l'ouverture du tube, j'ai constaté nettement la présence d'acide sulfureux, ainsi que dans les *deux expériences suivantes*.

Avec de l'acide titrant 98,6 p. 100 SO^4H^2 l'attaque a été de 0^{gr},0076 par décimètre-heure tandis qu'avec de l'acide à 96,75 p. 100 la perte n'a été que de 0^{gr},0014. Dans cette dernière expérience la température a été accidentellement, pendant 1^h environ, portée à 450°.

En résumé, je peux conclure que dans les premiers cas, avec un acide

---

[1] Comité International des Poids et Mesures. *Procès verbaux de* 1877, p. 168.

tel que celui qui est livré au commerce par l'industrie, c'est l'oxygène de l'air qui intervient comme agent oxydant ; tandis qu'avec l'acide sulfurique à titre élevé en l'absence d'oxygène libre, c'est l'anhydride sulfurique en solution dans l'acide sulfurique qui fournit l'oxygène nécessaire à l'oxydation, par suite d'un phénomène de même genre que celui qui sert à la préparation de l'anhydride sulfureux avec les métaux communs; le mécanisme peut en effet se comprendre si l'on se reporte aux travaux de Dittmar [1] sur la dissociation de SO^4H^2 en $SO^3 + H^2O$ dans les acides sulfuriques à titre très élevé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Le chlorage de la laine.* Note MM. **LÉO VIGNON** et **J. MOLLARD**, présentée par M. H. Moissan.

Le chlorage de la laine est une opération pratiquée en teinture et en impression.

Nous avons étudié méthodiquement l'action du chlore gazeux, de l'eau de chlore, et du chlorure de chaux sur la laine : Les expériences ont été faites dans des conditions déterminées et différentes, en précisant les modifications chimiques et physiques apportées aux propriétés initiales de la laine par chaque traitement.

I. *Chlore gazeux.* — Nous avons fait agir le gaz chlore sec et humide à la température ordinaire et à 50°, pendant des temps différents, sur de laine blanche filée et dégraissée. Voici les résultats obtenus :

EFFETS PRODUITS	Cl SEC		Cl HUMIDE	
	24 h. à 15°	2 h. à 50°	24 h. à 15°	2 h. à 50°
—	—	—	—	—
Couleur	Jaune verte.	Jaune verte.	Jaune verte.	Jaune verte.
Poids augmentation	13,4 p. 200	5,37	12,01	7,15
Élasticité (Témoin	1,44	0,64	0,64	0,58
Ténacité (pris pour 1	0,73	0,66	0,62	0,57
Chlore fixé	6,64	6,83	6,01	5,87
Teinture	Améliorée.	Améliorée.	Améliorée.	Améliorée.
Feutrage	Subsiste.	Subsiste.	Subsiste.	Subsiste.
Perte de poids après teinture	—	—	20,74-24,38	

Les propriétés tinctoriales ont été appréciées par rapport à un témoin; en teignant les écheveaux traités avec une matière colorante acide (orangé I) et une matière colorante basique (violet de méthyle) dans les 4 séries d'expériences réalisées, on constate :

(1) DITTMAR, *Journ. of the Chemical Society*, (2) t. VII, 1869, p. 446.

l'augmentation des poids et des aptitudes tinctoriales, la fixation de 6 à 7 p. 100 de chlore qu'on retrouve à l'état d'HCl et de Cl libre, la diminution de l'élasticité et de la ténacité (sauf dans un cas), la conservation des propriétés feutrantes. Le chlore agit plus ou moins suivant la durée et la température de l'action : en présence d'une quantité d'eau suffisante, il y a dissolution complète de la laine.

II. *Eau de chlore.* — Nous avons étudié l'action de l'eau de chlore renfermant 0,40 à 0,50 de Cl actif pour 100^{cc}, en milieu neutre, milieu alcalin (NaOH) et milieu acide (HCl) : Résultats

	MILIEU NEUTRE	MILIEU ALCALIN	MILIEU ACIDE
Couleur	Jaune.	Jaune.	Jaune.
Poids diminution	9,73	4,6-20,70	3,06-4,45
Cl fixé	12,63	1,33-0,89	10,05-13,29
Élasticité (type pris	0,23	0,56-0,28	0,20
Ténacité (pour 1	0,18	0,66-0,31	0,10
Teinture	Mauvaise.	Améliorée.	Mauvaise.
Diminution de poids après teinture	—	—	43,2-45,2

III. *Chlorure de chaux.* — La laine a été traitée par un bain acide HCl à 1 1/2 p. 100 pendant 30 minutes, une solution de chlorure de chaux à 1 p. 100 pendant 60 minutes, une nouvelle immersion au bain acide pendant 20 minutes, on l'a ensuite essorée, lavée et séchée à l'air. Quelques échantillons ont été traités au bisulfite de sodium.

Nous avons examiné aussi de la laine passée seulement en bain acide. Résultats :

	LAINE ACIDÉE	LAINE CHLORÉE	LAINE CHLORÉE ET SULFITÉE	TÉMOIN
Aspect	Blanc.	Jaune.	Blanc-jaunâtre.	Blanc.
Diminution de poids p. 100.	0,41	10,11	9,17	0
Élasticité p. 100	Gain 22,85	Perte 8,56	Perte 10	0
Ténacité p. 100	Gain 19,10	Gain 0,58	Perte 11,6	0
Chlore fixé p. 100	1,01	1,24	0,33	0

La laine chlorée noircit par l'amidon ioduré. La laine chlorée et la laine chlorée et sulfitée se mouillent beaucoup plus facilement, se teignent en nuances plus foncées et plus brillantes et se rétrécissent beaucoup moins que les témoins.

En effet, après teinture on observe que :

La laine chlorée	a perdu	6	p. 100	de sa longueur initiale
— chlorée et sulfitée	—	0	—	—
— acidée	—	14	—	—
— témoin	—	20	—	—

En résumé, le chlore en agissant sur la laine la modifie et peut la dissoudre : dans des conditions déterminées, il lui donne des propriétés nou-

velles. En particulier, elle perd 10 p. 100 de son poids, se teint plus facilement en donnant des nuances plus foncées et plus brillantes. Elle devient sensiblement irrétrécissable.

Dans les opérations industrielles, le chlore ne paraît pas fixé ; il agit comme réactif et semble avoir détruit les parties saillantes des écailles et diminuer par suite l'aptitude au feutrage et au rétrécissement. En même temps, la rupture de certaines liaisons d'amino-acides peut rendre compte de l'accroissement des propriétés tinctoriales par l'augmentation des fonctions acides et basiques.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Le dosage des matières albuminoïdes et gélatineuses au moyen de l'acétone.* Note de MM. **F. Bordas** et **Touplain**, présentée par M. d'Artonval.

Dans nos recherches sur les principales matières albuminoïdes, albumine d'œuf, fibrine et caséine, ainsi que les substances gélatineuses, nous avons constaté que toutes ces substances étaient complètement insolubles dans l'acétone pure, ou diluée en proportion convenable avec de l'eau. Les diastases et les peptones sont également précipitées par l'acétone.

Ces différentes précipitations se font à froid et les liquides séparés des précipités par centrifugation ne contiennent plus trace de matières azotées et ne donnent rien avec les réactifs les plus sensibles des matières albuminoïdes.

La propriété de l'acétone que nous venons d'indiquer jointe à sa solubilité dans l'eau et à son pouvoir dissolvant de la plupart des matières grasses et résineuses nous a permis d'en déduire, dans un grand nombre de cas, une technique facile pour doser les matières albuminoïdes et gélatineuses contenues dans des émulsions aqueuses de graisses ou de résines : comme par exemple dans les différentes matières alimentaires, dans plusieurs produits industriels tels que peintures à l'eau à base de caséine, pâtes pour polygraphes, enduits pour papiers, etc.

En effet, l'emploi de l'acétone aqueuse permet non seulement de précipiter les substances albuminoïdes des gélatineuses, mais encore de leur enlever les graisses, huiles des résines, sels solubles qu'elles contiennent et cela sans recourir à des dessiccations préalables toujours longues.

On ne doit faire agir l'acétone que sur des liquides albumineux ou géla-

tineux rendus neutres ou n'ayant qu'une réaction légèrement acide ou alcaline.

Voici par exemple en prenant comme types de ce genre de dosage les substances alimentaires suivantes, beurre, fromage, lait, la façon de doser les matières albuminoïdes qu'elles contiennent.

Beurre. — On épuise 10^{gr} de beurre par de l'acétone pure, on traite ensuite le résidu par de l'acétone aqueuse qui laisse la caséine; son poids diminué de celui de ses cendres donne la quantité de caséine contenue dans 10^{gr} de beurre.

Fromages. — On délaye environ 2^{gr} de fromage dans 5 à 10^{cm^3} d'eau suivant la nature de l'échantillon. On ajoute par petites portions et en agitant 30 à 35^{cm^3} d'acétone pure. La totalité de la matière albuminoïde est ainsi précipitée. L'insoluble est lavé à l'acétone diluée puis à l'acétone pure, on pèse après déduction des cendres et on en déduit la proportion de caséine. Ce dosage est avantageux, car les procédés en usage consistent à doser la caséine dans les fromages par différence.

Lait. — Il suffit de verser 10^{cm^3} de lait dans 20^{cm^3} d'acétone pure pour précipiter immédiatement et complètement toutes les matières albuminoïdes. On agite et le précipité, séparé du liquide acétoné par centrifugation, est lavé à l'acétone aqueuse, puis à l'acétone pure. Dans ces conditions la caséine obtenue se dessèche facilement et son poids diminué de celui de ses cendres donne la quantité de caséine contenue dans 10^{cm^3} de lait.

Le principe de ce dosage basé sur l'emploi de l'acétone ainsi que des considérations d'un autre ordre nous ont permis d'aborder le contrôle rapide et simple des laits au point de vue du mouillage ou de l'écrémage.

VITICULTURE. — *Recherches sur le développement du* Botrytis Cinerea *cause de la pourriture grise des raisins.* Note de M. **J. M. Guillon**, présentée par M. Prillieux.

La pourriture grise des raisins due au *Botrytis cinerea* cause chaque année des dégâts considérables. J'ai fait à la station viticole de Cognac quelques expériences de laboratoire, afin d'étudier le mode de développement du champignon.

Des grappes de raisins appartenant aux divers cépages que l'on cultive dans les Charentes et prises à différents états de développement ont été placées sous une cloche reposant sur une plaque de verre pour maintenir un air confiné et assez humide. Un certain nombre de grains de chaque espèce ont été piqués avec une aiguille et, dans la goutte de jus qui s'échappait de la piqûre, j'ai ensemencé des spores de *Botrytis*. La cloche était

laissée dans le laboratoire et par conséquent à une température moyenne de 15 à 20° ; deux heures après l'infection, le *Botrytis* avait germé et formait à la surface de la goutte de moût un léger réseau de mycelium, mais le raisin n'était pas encore envahi ; erente-six heures après, le mycelium était parvenu au raisin qui présentait une tache circulaire brune de 2 ou 3^{mm} de diamètre.

D'autre part, la pulpe s'était gonflée au point attaqué et la pellicule s'était déchirée. Les cellules de la pellicule avaient bruni et l'examen microscopique montrait à leur intérieur les filaments mycéliens extrêmement abondants, rayonnant en étoile autour de la piqûre comme centre. Les cellules étaient partiellement dissociées et la pellicule n'offrait plus aucune résistance. Sur un total de 42 grains ainsi piqués, 29 étaient infestés après trente-six heures, tous l'étaient au bout de trois jours. Cette expérience a été répétée plusieurs fois sur des grappes mûres et les résultats ont été les mêmes. Elle a été également faite sur des verjus de la plupart de ces cépages. Dans ce cas l'infection a été un peu plus lente, mais s'est toujours produite.

On peut donc en conclure : *que tout grain blessé sur lequel viennent à tomber quelques spores vivantes de* Botrytis *est fatalement appelé à pourrir au bout d'un temps variable de trente-six heures à trois jours après l'infection, si l'humidité de l'air est suffisante.*

Un autre essai a été fait avec les mêmes cépages, mais en utilisant des grains sains sur lesquels on avait déposé une goutte de moût stérilisé, puis qu'on avait ensemencés avec des spores de *Botrytis*. Dans ce cas, comme dans le premier, le champignon s'est rapidement développé à la surface de la goutte. Après 48^{h} celle-ci est entièrement recouverte par le mycelium, mais en enlevant le mycelium tout d'une pièce avec la pointe d'une épingle, la pellicule du grain au-dessous est absolument intacte. La pellicule offre donc à la pénétration du mycelium un certain obstacle, mais cet obstacle n'est pas insurmontable comme nous allons le voir. Après 4 jours en effet, sur 14 grains de Folle-Blanche ainsi ensemencés, 3 sont infectés et montrent l'épiderme bruni suivant un diamètre de 3 à 4^{mm}. 12 grains de Saint-Emilion ainsi traités sont tous infectés. Sur un certain nombre on remarque le gonflement du grain au point infesté, gonflement qui a amené la déchirure de la pellicule. Le mycelium est extrêmement abondant dans la pellicule brunie et rayonne nettement autour de deux ou trois centres qui sont probablement les points par où il a pénétré. Le sixième jour toutes les infections ont réussi. Les mêmes expériences répétées avec des verjus ont donné des résultats analogues, mais au bout d'un temps un peu plus long.

Ces essais montrent que, lorsque le Botrytis *se développe normalement au*

contact d'uu grain sain, il arrive constamment à traverser l'obstacle constitué par la pellicule et à contaminer le grain.

Les mêmes essais ont été faits en déposant des gouttes d'eau pure et en ensemençant les spores sur ces gouttes d'eau. Sur une quarantaine d'ensemencements faits en même temps, un seul a réussi le quatrième jour sur un grain de Balzac. Dans la plupart des autres l'eau s'est évaporée avant l'infection et l'examen microscopique a révélé la germination des spores, mais un faible développement mycélien. Si l'on mouille les parois de la cloche, pour éviter l'évaporation de la goutte d'eau et assurer le maximum d'humidité dans l'air, des moisissures autres que le Botrytis ne tardent pas à se développer sur les râfles et viennent contrarier les essais.

Afin de bien mettre en relief la nécessité de fournir un aliment au champignon, pour assurer son développement, en attendant qu'il ait pu pénétrer au travers de la pellicule, j'ai installé des essais analogues en mettant sur les grains une goutte d'eau pure ensemencée de spores, puis en déposant sur celle-ci un fragment de feuille, une tranche de pétiole, un fragment de pellicule de raisin, préalablement tués et stérilisés par une courte immersion dans l'eau.

Ces débris étaient destinés à servir d'aliment provisoire au champignon. Malgré quelques échecs, dus soit au développement d'autres moisissures, soit au dessèchement de la goutte d'eau, la plupart des infections ainsi tentées ont réussi.

Enfin j'ai voulu essayer l'infection indirecte, en plaçant côte à côte, soit en contact, soit à une faible distance (1^{mm} environ), deux grains dont l'un était infecté par piqûre et l'autre absolument sain. Dans ces conditions et dans l'air confiné, le grain infecté par piqûre est rapidement pourri entièrement. Le mycelium se développe à la fois à son intérieur et à sa surface. Des filaments se dressent jusqu'à une certaine distance et l'entourent comme une toile d'araignée. Lorsque ces filaments arrivent au contact du grain sain, ils s'y appliquent, se développent à sa surface et ne tardent pas à pénétrer à son intérieur et à l'infecter à son tour. Lorsque les grains sont en contact, l'infection par approche est très facile. Lorsqu'ils sont un peu éloignés, elle ne peut se produire que si l'air de la cloche est très humide et absolument calme. Si l'on vient à soulever la cloche pendant quelques instants, on voit les filaments mycéliens se flétrir et se courber, avant d'avoir atteint le grain voisin.

L'infection de proche en proche ne peut donc se faire que pour les grains

en contact; elle est à peu près impossible en raison de l'agitation de l'air à une certaine distance.

En résumé, lorsque les conditions sont favorables, les grains de raisin fendus ou blessés par une cause quelconque (grêle, piqûres d'insectes, etc.) sont très rapidement envahis par la pourriture, mais l'envahissement peut également se produire sur les grains absolument sains, non endommagés et quel que soit leur état de maturité.

La sécheresse de l'air peut enrayer le développement de la pourriture, mais les débris de matières organiques, en servant d'aliment au Botrytis, peuvent permettre à ce dernier de continuer son action. Fréquemment les grains pourris dans une grappe forment comme un fourreau autour d'un débris de pétiole ou de feuille.

Enfin, l'infection de proche en proche explique pourquoi la pourriture gagne rapidement dans les grappes serrées, comme la Folle-Blanche. Elle s'étend peu sur ceux à grains plus espacés, comme le Colombard et quand elle y apparaît elle est souvent limitée à des grains isolés.

ZOOLOGIE. — *Note sur les Némertiens bathypélagiques recueillis par S. A. le Prince de Monaco.* Note de M. **L. Joubin**.

Au cours des dernières croisières océanographiques de S. A. le Prince de Monaco, plusieurs Némertiens bathypélagiques ont été capturés dans les parages des îles Açores et Canaries et dans la mer des Sargasses. Ils ont été pris entre la surface et 4000^m de profondeur; en outre une espèce a été recueillie au nord de l'Islande par 310^m.

Les Némertiens bathypélagiques actuellement décrits se réduisent à six espèces, réparties dans quatre genres et sont représentés par des échantillons souvent uniques et dont par conséquent on ignore presque complètement la structure; aussi les captures du Prince de Monaco sont-elles fort intéressantes parce qu'elles accroissent beaucoup l'étendue de nos connaissances sur ces animaux. La plupart de ces Némertiens sont cependant représentés par un trop petit nombre d'échantillons pour qu'il ait été possible d'en faire une étude complète qui aurait nécessité leur destruction. Il est probable d'ailleurs que cette lacune sera prochainement comblée; en effet depuis que l'on se sert des grands filets de 15 et 25^{m^2} d'ouverture, le nombre des espèces a triplé et est actuellement de quinze.

L'étude de ces animaux m'a permis de les répartir dans trois des quatre

genres connus. Je rattache au genre *Planktonemertes* Woodworth six espèces nouvelles de formes et de tailles variées, dont le corps est dépourvu de cirrhes latéraux et la trompe de bulbe stylifère. Elles sont en partie transparentes. Parmi ces espèces je signalerai seulement *P. Grimaldii* d'un rouge écarlate, dont le corps large et épais atteint 4^{cm} de long sur 1^{cm} de large et porte deux rangées ventrales de 15 pores génitaux. L'organisation de la musculature très réduite, la position du système nerveux, les relations de la bouche avec l'orifice de la trompe montrent une parenté très étroite avec les Némertiens armés qui vivent près des côtes; mais il leur manque l'appareil stylifère essentiel de la trompe. L'étude des ganglions cérébraux m'a permis de constater l'absence complète, non seulement chez cette Némerte, mais chez toutes les autres, des organes sensitifs spéciaux que l'on trouve chez toutes les Némertes non pélagiques.

A ce même genre appartient une grande espèce, *P. Alberti*, qui a près de 10^{cm} de long sur 3 de large, provenant du nord de l'Islande. C'est la première fois que l'on trouve une Némerte pélagique à une latitude aussi élevée. J'ai pu faire diverses observations anatomiques sur cet animal qui est très transparent. Une autre espèce, *P. zonata*, avait le corps cerclé de bandes alternativement jaunes et brunes; une quatrième, *P. rhomboïdalis*, courte, plate et transparente, montrait tout son système nerveux coloré en rouge vif.

Au genre *Nectonemertes* créé par Verrill pour une seule espèce, je rattache trois espèces nouvelles caractérisées par des cirrhes latéraux de taille variable, très courts chez *N. Chavesi*, où j'ai constaté que la trompe contient un appareil stylifère avec sa musculature, ses glandes, le support du stylet; il n'y manque que le stylet, qui, probablement calcaire, a dû être dissous par le formol où l'animal était conservé. Verrill a fait une observation analogue sur l'espèce qu'il a décrite. Une autre espèce, *N. Grimaldii*, capturée entre les Açores et les Canaries, a environ 3^{cm} de long; elle est presque opaque, pourvue d'un système nerveux rouge, d'une nageoire caudale et d'une paire de cirrhes de 7 à 8^{mm}; chez une troisième, *N. lobata*, les cirrhes très grêles sont aussi longs que le corps mince et transparent.

Le genre *Pelagonemertes* Moseley n'est connu jusqu'ici que par deux espèces, représentées chacune par un seul échantillon provenant de l'Expédition du *Challenger*. J'en ai trouvé une autre espèce, *P. Richardi*, dont le corps foliacé, transparent, très large et arrondi en avant, contient un intestin rameux d'un rouge extrêmement vif.

Il est impossible, dans une aussi courte Note, de donner des indications plus précises sur les caractères spécifiques et anatomiques de ces dix nouvelles Némertes bathypélagiques ; on les trouvera décrites et représentées dans une publication très prochaine.

EMBRYOGÉNIE. — *Imprégnation et fécondation.* Note de M. **E. BATAILLON**, présentée par M. Yves Delage.

La pénétration du spermatozoïde dans l'œuf n'aboutit pas toujours à une conjugaison nucléaire immédiate. Dans la fécondation de l'œuf d'oursin, Boveri a signalé le cas où le spermocentre gagne du terrain et arrive au contact du pronucleus femelle qu'il actionne seul. Le noyau mâle, resté en arrière, se trouve isolé dans l'un des blastomères où il pourra se conjuguer avec le noyau fils femelle correspondant. C'est la *fécondation partielle,* mais c'est encore la fécondation.

L'imprégnation se trouve mieux isolée lorsqu'elle n'est suivie d'aucune amphimixie saisissable, lorsque le matériel qui pénètre ne se prête pas à l'addition spécifique et perd sa morphologie. Mais il y a là autre chose qu'une question de définition. Si, comme je l'ai suggéré ailleurs, l'introduction des matériels mâles, chromatique et caryoplasmique, augmente la concentration et, consécutivement, la turgescence de l'œuf, les seuls éléments chimiques d'un spermatozoïde détruit ne réaliseront-ils pas les conditions d'une segmentation parthénogenésique ?

Voici des faits relevés au cours d'une étude longue et délicate sur les croisements entre Amphibiens. Mettons des œufs utérins de *Pelodytes punctatus* en contact de sperme varié (*Rana temporaria*, *Bufo vulgaris*, *Bufo calamita*, *Triton alpestris*, *Triton palmatus*). Aucun des lots n'aboutira à une évolution régulière. Et pourtant le sperme de *Pelodytes* féconde par exemple les œufs de *Bufo vulgaris;* j'ai tiré des têtards de cette association. Ici donc, comme on l'a signalé chez certains végétaux, *il n'y a pas réciprocité dans les croisements.*

Mais, dans l'expérience complexe indiquée ci-dessus, un lot et *un seul* a subi l'imprégnation, c'est la combinaison *Pelodytes* ♀, *Triton alpestris* ♂. Au bout d'une demi-heure ou trois quarts d'heure, *tous les œufs* de ce lot ont subi la rotation qui fixe supérieurement le pôle pigmenté; *tous ces œufs sans exception* dépriment leur hémisphère animal, exactement comme les témoins du type pur avant la première incision; *tous ces œufs enfin*

subissent une division irrégulière, mais en retard de 2^h environ sur la segmentation normale. Dans les autres lots, l'orientation de la calotte pigmentée est restée quelconque et aucun mouvement ne s'est produit. Cette opération a été répétée six fois : le résultat s'est montré d'une remarquable constance.

Avant de quitter les mouvements externes, je dois m'arrêter sur l'action physique des fixateurs qui fournit un argument topique à l'appui de mon interprétation.

Si la turgescence de l'œuf s'accroît, elle pourra se traduire par des déformations localisées, au contact d'un liquide trop faible dans les cas de coagulation lente.

La liqueur chromo-acétique (acide chromique à 1 p. 100 : 90 ; acide acétique : 10), que j'emploie avec succès pour les œufs de *Rana temporaria* et de *Bufo vulgaris*, ne réussit pas du tout jusqu'au clivage avec ceux de *Pelodytes* et de *B. calamita*. La couche plasmatique périphérique se soulève au pôle animal contre la membrane vitelline, dessinant une pustule plus ou moins volumineuse. La déformation est surtout marquée entre trois quarts d'heure et 1^h 3/4. Elle disparaît avec l'acide chromique à 2 p. 100 ou la liqueur de Flemming forte. *Seuls les œufs imprégnés présentent ce phénomène* et, seul parmi toutes les combinaisons mentionnées tout à l'heure, le croisement *Triton alpestris* ♂ × *Pelodyte* ♀ montrait d'*énormes hernies sur tous les œufs.*

C'est un véritable *réactif de l'imprégnation* pour les œufs de Pelodyte et de B. calamite et ces déformations constantes me guidaient pour la fixation des matériaux d'études : dans mes tentatives ultérieures, je cessais de prélever des œufs sur les lots qui ne les montraient pas.

L'examen cytologique m'a permis d'observer dans ce curieux croisement *Pelodyte-Triton* la pénétration du spermatozoïde qui, au bout d'un quart d'heure (et tout en gardant sa forme ondulée) se montre déjà gonflé et comme vacuolisé dans le plasma phériphérique de l'œuf, au bord de la calotte animale.

Exactement au sommet de cette calotte, la deuxième figure polaire est encore en métaphase : le deuxième globule n'est émis qu'au bout d'une heure ou davantage, mais après trois quarts d'heure ou une heure il est impossible de trouver trace de l'élément mâle à un moment où, sur les fécondés du type pur, le pronucleus avec son aster va à la rencontre du noyau femelle. Le pronucleus femelle s'observe seul et, au bout de 3^h 1/2 seulement, quand les témoins sont déjà au stade 8, il paraît entrer en mouvement, jusque-là, il n'y a pas trace de condensation hyaloplasmique ni d'aster. L'évolution ultérieure procédant exactement suivant le type de la segmentation parthénogenésique, les asters qui

la désignent sont des *cytasters formés de novo par le hyaloplasma*. L'émiettement est toujours très limité ; au bout de 24^h les cloisons s'effacent et la surface se régularise.

Les œufs de *Bufo Calamita* imprégnés par le même sperme de Triton se comportent identiquement au fond. Toutefois je décrirai là des mouvements plus précis et une segmentation plus riche s'arrêtant à de belles blastules.

En résumé :

1° *Dans ces deux cas, l'imprégnation est suivie d'une régression du spermatozoïde.*

2° *L'addition d'un matériel mâle qui perd toute morphologie mérite, beaucoup mieux que certaines opérations de parthénogenèse provoquée, le nom de fécondation chimique.*

3° *Si ce procédé additif diffère essentiellement de l'élimination simple qui marque le début d'une parthénogenèse expérimentale, le résultat est le même : une évolution abortive dont le stock chromatique initial appartient au pronucleus femelle. L'étude de l'imprégnation, en particulier le fait qu'à la troisième heure, chez le Pelodyte, on n'aperçoit encore aucune condensation hyaloplasmique centrée, me fait éliminer la fécondation partielle de Boveri, même si on voulait la restreindre ici à l'action directrice du spermocentre.*

4° *Si le résultat est le même que dans les essais de parthénogenèse provoquée, c'est que le changement physique est le même. Les fixateurs faibles nous révèlent un excès de turgescence comme dans la fécondation normale et constituent un criterium certain de l'imprégnation.*

5° *Le cas bizarre d'un œuf d'Anoure, réfractaire jusqu'ici au sperme de tout autre anoure et qui se laisse pourtant pénétrer par le sperme d'un urodèle, prouve que l'imprégnation a son rôle physiologique indépendamment de l'amphimixie régulière. Il permet de dégager une fois de plus ces oscillations de concentration et de turgescence qui dominent la maturation de l'œuf et le début de toute évolution.*

PATHOLOGIE. — *Motilité du scolex échinococcique.*

Note de MM. **J. SABRAZÈS**, **L. MURATET** et **P. HUSNOT** présentée par M. Bouchard.

Les liquides de kyste hydatique contiennent souvent beaucoup de petites têtes de ténia issues de capsules prolifères éclatées. Ces têtes se transforment en échinocoques adultes quand elles arrivent dans l'intestin d'un animal réceptif. Elles peuvent aussi donner lieu à une échinococcose

secondaire lorsque, par suite d'une déchirure du kyste, son contenu a fait effraction dans le voisinage. Cette métamorphose cystique, longtemps niée, a été mise hors de contestation par les recherches expérimentales de F. Dévé. Ces germes à double fin, graines d'hydatiques et d'échinocoques, jouent donc un rôle capital dans la propagation et l'évolution des kystes hydatiques. Tout ce qui peut contribuer à compléter leur étude mérite la plus grande attention. A ce titre, les observations suivantes nous ont paru devoir être rapportées en détail.

Un liquide hydatique riche en germes de ce genre, mais en voie de putréfaction (1), blanc laiteux, exhalant une forte odeur d'hydrogène sulfuré, est examiné par nous, en goutte pendante, 56h après son extraction, par une température de 31°.

A notre grande surprise, nous voyons tous ces germes ou scolex qui cependant sont de dimensions normales (2) (135 μ en moyenne de diamètre à l'état invaginé) animés de mouvements propres assez lents. Les uns émettent des expansions sous forme de protubérances claires au nombre de 2 à 6, d'autres se dévaginent et s'invaginent plus ou moins complètement; il en résulte des aspect changeants très variés, pisciformes, en navette, cordiformes, mûriformes, en champignon.

Chauffons la préparation jusqu'à 37°-40°; les scolex redoublent d'activité, accusent de vifs mouvements de reptation comparables à ceux de la sangsue : leur corps se raccourcit, gonfle, ondule, s'allonge brusquement mais progresse peu, se trouvant dans un liquide, sans point d'appui. L'allongement se marque par une évagination rapide des ventouses, la rétraction par une réinvagination. Ces mouvements alternatifs d'allongement et de retrait s'exécutent en un laps de temps d'à peine une seconde. Ramène-t-on la température à 31°, les mouvements se ralentissent et rappellent l'amiboïsme. A 27°, tous les scolex sont invaginés, immobiles, à l'état de mort apparente et, dès lors, nul ne pourrait soupçonner leur vitalité; force était, avant nos recherches, de recourir à l'inoculation pour l'affirmer. Or il suffit de les réchauffer pour les rendre immédiatement très vivaces; on réveille et on excite d'autant plus leur vitalité qu'on les expose à des températures plus voisines de 40°. Nous avons pu de cette façon, dans les limites de 27° à 42°, fixer le degré de motilité de ces scolex, l'exalter ou l'atténuer à notre gré un très grand nombre de fois, et cela trois jours après la ponction, dans un liquide hydatique putréfié, laissé dans son flacon d'origine. Mêmes résultats trois jours après la récolte, lorsqu'on transporte les scolex de ce liquide putréfié dans la solution saline physiologique, dans du bouillon de culture stérile, dans une solution de Na Cl, à 2gr,50 par litre, dans un liquide gastrique hypoacide, muqueux et bilieux : ils restent vivants et mobiles pendant dix heures dans ces milieux. L'influence stimulante de la chaleur s'est révélée aussi

(1) La récolte avait été faite en flacon non stérilisé; il s'était développé dans ce liquide des bacilles anaérobies, divers microbes et des filaments de mucédinées.

(2) Parmi les scolex nous avons rencontré une forme tératologique bigéminée analogue à celle mentionnée par Moniez dans sa thèse (Nancy, 1880, p. 104).

70^h après l'extraction, dans l'urine normale, dans la solution saturée de Na Cl, dans du sérum humain, dans du pus de pleurésie putride, dans de l'eau distillée; mais, cinq heures après la mise en contact de ces liquides, tous les scolex étaient morts. Des bouillons de culture (Eberth, bactéries de l'eau) nous ont semblé exciter leur motilité, même à une température relativement basse (28°) pendant plusieurs heures.

Ces germes d'hydatides ne résistent pas à la dessiccation. Le formol à 10 p. 100 les tue très vite et les fixe dans la forme où il les a surpris.

Voici comment se présentent ces scolex 20_h environ après leur mort dans divers liquides : dans l'eau distillée, ils apparaissent boursouflés, dévaginés au maximum, rostre, crochets, ventouses en avant; dans une solution hypotonique de Na Cl, ils sont aussi un peu augmentés de volume; dans la solution saturée de Na Cl, ils sont un peu rapetissés, la cuticule a une apparence striée, fendillée, dentelée, pseudo-ciliée, surtout au niveau du segment postérieur du corps, 10 p. 100 des scolex étant dévaginés, les autres sphériques; dans la solution saline physiologique, beaucoup sont invaginés, globuleux, relativement instacts; dans le liquide gastrique sus-indiqué, un bon nombre sont digérés, les crochets devenus libres; dans les bouillons de culture, 5 p. 100 sont conservés dans leur forme.

Les faits sur lesquels nous venons d'attirer l'attention et qui se sont dévoilés à nous à la faveur d'une température ambiante exceptionnellement élevée, apportent la preuve de l'extraordinaire résistance des scolex dans un milieu putréfié; leur agilité à la température du corps humain, leur puissante armature de ventouses et de crochets ne permettent-elles pas de supposer que ces germes, une fois libérés de leurs attaches, par suite de fissures ou de ruptures des vésicules prolifères et des membranes, sont aptes à émigrer dans les tissus, loin du foyer originel, abstraction faite de la possibilité de leur transport mécanique par les vaisseaux? Quoi qu'il en soit de cette hypothèse, toutes ces particularités ne présentent pas seulement un intérêt biologique, elles ont une portée pratique. L'épreuve du réchauffement sera le critérium de l'état de vie ou de mort de ces liquides parasitaires; on devra y recourir, par exemple, pour apprécier l'efficacité préventive des injections de formol, proposées par F. Dévé comme premier temps du traitement chirurgical des kystes hydatiques. On se mettra ainsi à l'abri des greffes. Cette épreuve servira encore à déterminer l'action exercée sur la vitalité de ces germes par la suppuration, les hémorragies, les infiltrations biliaires et séreuses intra-kystiques; elle présidera aussi au choix des parasiticides. En tout cas, cette épreuve très simple sera toujours tentée avant l'inoculation.

RADIOTHÉRAPIE. — *Effets de la radiothérapie dans un cas de sarcome* (?) *du fémur chez un enfant.* Note de M. **A. IMBERT**, présentée par M. Bouchard.

B., 9 ans, est immobilisé depuis plusieurs mois par suite de douleurs siégeant plus particulièrement au niveau du condyle interne du fémur gauche, qui paraît notablement augmenté de volume.

Un chirurgien consulté en novembre 1905 porte, après examen clinique et radiographique, le diagnostic de sarcome du fémur et conseille l'amputation. Devant le refus absolu des parents de recourir à une telle intervention, le chirurgien propose l'essai d'un traitement par les rayons X.

Le traitement a consisté en trois, puis deux expositions par semaine du membre inférieur gauche aux rayons X d'un tube moyennement dur; chaque exposition a été d'une durée de 10 minutes, l'anticathode étant à 18^{cm} environ au-dessus de la région que l'examen radiographique avait indiquée comme particulièrement atteinte, sans interposition d'écran autre qu'une lame de plomb destinée à la protection des organes génitaux.

Le traitement, commencé le 24 janvier 1905, a été continué jusqu'au 12 décembre dernier, avec les interruptions suivantes :

Du 6 mars au 1er avril, par suite de brûlures avec phlyctènes; du 17 avril au 1er mai, à cause des vacances de Pâques; du 29 juillet au 2 octobre, temps passé à la montagne par le petit malade.

Au début du traitement (24 janvier 1905) une première radiographie révéla l'état suivant de l'extrémité inférieure du fémur gauche.

L'épiphyse paraît normale; mais tout le condyle interne, sur une hauteur de 5^{cm} environ, est extrêmement transparent, au point que le bord interne de l'ombre de l'os ne se différencie pas, ou se différencie mal d'avec l'ombre des tissus mous environnant. Toutefois, la limite inférieure du condyle, au niveau du cartilage de conjugaison, est bien visible et constituée par une ligne opaque très mince, ainsi que se présente en radiographie le contour d'un os atteint d'atrophie osseuse calcaire sans altération de forme. Au-dessus de la région condylienne très déminéralisée, et au niveau de laquelle le fémur est augmenté de volume, on aperçoit nettement des traînées opaques qui s'élèvent presque verticalement en se rapprochant du corps du fémur avec lequel elles se raccordent tangentiellement.

Sur la seconde radiographie faite (5 février 1905) après 10 jours de traitement (5 séances), l'ombre limite inférieure du condyle interne apparaît déjà comme épaissie par un dépôt calcaire, ce qui est l'indice objectif d'une amélioration dans la nutrition de l'os à ce niveau.

Le cliché préparé le 17 février montre que la ligne opaque dont nous venons de parler s'est encore épaissie, en même temps qu'apparaît, en pleine région transparente de l'os, une zone d'opacité assez grande qui est un nouvel indice du retour à une nutrition normale de la région osseuse déminéralisée. D'autre part, la limite du condyle interne est devenue plus accusée et plus visible.

Pendant cette première période, on eût été fort inquiet sur l'efficacité du traitement, si l'exploration radiographique n'eût pas montré les modifications, énumérées ci-dessus, qui ne parurent pas interprétables autrement que par une meilleure nutrition de l'os. En effet, le 3 février, jour de la 5e séance, le périmètre de la cuisse, à 8cm au-dessus de la rotule, que nous avions mesuré au début, avait manifestement augmenté, ce qui aurait au moins fait craindre une progression de la lésion vers le haut. Toutefois la douleur à la pression était moins vive et le diamètre transverse maximum, qui avait été mesuré avant le commencement du traitement au compas d'épaisseur, accusait une diminution; comme, d'autre part, l'aspect des clichés radiographiques était rassurant, nous crûmes pouvoir en toute conscience prendre la responsabilité de continuer, au moins provisoirement, le traitement par les rayons X.

L'inquiétante augmentation de périmètre ne persista que quelques jours, la douleur disparut bientôt entièrement et les clichés radiographiques successivement préparés accusèrent une augmentation progressive d'opacité qui peu à peu envahit toute la région transparente.

Ce n'est que vers le mois de juillet que l'on permit à l'enfant de faire quelques pas chaque jour, ce dont il se montrait fort impatient et à partir d'octobre seulement que la marche fut permise.

Le jeune B. a été revu dans les premiers jours du mois de mai 1906. Sa santé générale est parfaite; il vit, depuis plusieurs mois, de la vie normale des enfants de son âge, va à l'école, joue, court et s'amuse comme tous ses camarades.

Faute d'un examen histologique, on ne peut, avec certitude, affirmer que cette observation constitue un cas de sarcome du fémur arrêté dans sa marche, sinon guéri par les rayons X. Mais on peut dire du moins que, si la radiothéraphie n'eût pas existé, les parents, sur les instances judicieuses du chirurgien consulté, se seraient probablement décidés à laisser faire une amputation et que, en admettant les suites les plus heureuses pour une telle opération, l'enfant ne pourrait plus se mouvoir aujourd'hui qu'avec des béquilles, tandis qu'il a encore ses deux membres inférieurs et qu'il jouit d'ailleurs d'une excellente santé.

Des constatations faites, on peut en outre tirer des indications intéressantes.

a. L'action thérapeutique des rayons X n'est pas limitée à la surface du corps, mais peut s'exercer dans la profondeur, sur le tissu osseux.

b. Les déformations déjà subies par le fémur lors du commencement du traitement sont restées telles quelles ; en particulier, les traînées, qui surmontaient la région devenue transparente et rejoignaient tangentiellement la diaphyse, ont persisté. La minéralisation déterminée par le traitement s'est faite d'abord irrégulièrement, mais l'examen des derniers clichés montre qu'il y a au moins tendance actuellement à une répartition uniforme des sels calcaires et à une reconstitution de la structure interne normale de l'os, autant du moins que l'on peut en juger sur un bon cliché radiographique.

c. Malgré la longueur du traitement, et bien que le faisceau de rayons X atteignît fatalement l'épiphyse, le développement en longueur du fémur n'a nullement été intéressé, l'enfant ne boite pas, les deux membres présentent la même longueur.

GÉOLOGIE. — *Sur les schistes graphitiques du Morbihan*. Note de M. **Pussenot** présentée par M. Ch. Barrois.

M. Barrois a décrit dans la légende de la feuille de Vannes de la carte géologique des bancs de schistes graphitiques intercalés dans les micaschites primitifs du Morbihan et disposés suivant trois bandes parallèles. La première s'étend de Landévant à Pluneret, la seconde de Locoal-Meudon au sud d'Arradon, la troisième de Ploermel à Kergoneno et à l'île d'Arz. Mais, des explorations complémentaires ayant été entreprises à ce sujet, des affleurements nombreux et rapprochés ont été découverts. Ils jalonnent sur le terrain huit bandes englobant les trois précédentes et orientées de E S E à O N O.

Les deux premières s'observent, l'une dans les falaises de Conleau où on reconnaît qu'elle n'est que la tranche d'une couche à disposition synclinale mise en évidence sur la lèvre d'une faille perpendiculaire au pli, l'autre sur le rivage opposé, à Kerbourbon, où elle montre nettement la disposition précitée.

Les quatre suivantes sont groupées en un faisceau qui s'étend entre Landévant et Saint-Armel sur plus de 40 kilomètres de longueur. Elles sont remarquablement distinctes et continues des bords du Morbihan à Kernanec, soit sur 20 kilomètres environ. A partir de ce point, les nombreuses lentilles granulitiques et granitiques qui les interrompent, les morcellent et les forcent en raison de leur moindre dureté à constituer les

flancs et les fonds de vallées que les alluvions recouvrent, rendent rares les affleurements bien définis et par suite moins précis le tracé des lignes du faisceau. Ce dernier atteint sa plus grande largeur au sud d'Arradon où l'intervalle entre les bandes croît de 500 à 1 200^m et sa plus petite, 1^{km}, à Landaul où il est disloqué sur son bord méridional par une traînée de granite. Chacune des bandes affleure en des points nombreux qu'on ne peut préciser qu'au moyen d'une carte d'état-major.

La sixième, analogue aux précédentes, passe par Kergoneno et le sud de l'île aux Moines.

Enfin, la dernière dessine autour de Locoal-Meudon un triangle dont le sommet est tourné vers Auray. Cette disposition et l'inclinaison des strates observées dans les carrières au nord et au sud de la localité permettent d'affirmer qu'on se trouve en présence des restes de la racine d'un pli synclinal dont l'axe, incliné vers ONO, plonge sous la rivière d'Etel.

Telles sont ces bandes. Quant à leur épaisseur elle est plus grande qu'on ne l'avait cru jusqu'ici. Faible de chaque côté du relèvement anticlinal de Plœren ou Hézo, elle atteint progressivement 30 et même 50^m sur les autres points. Dans les affleurements entiers on remarque que le graphite est disséminé plus ou moins abondamment dans toutes les variétés de roches micaschiteuses et gneissiques. Mais c'est toujours dans les lits nettement schisteux ou qui se rapprochent le plus de cet état que le minéral se trouve en plus forte proportion. Ces lits sont variables comme nombre et comme épaisseur. Toutefois cette dernière ne dépasse généralement pas 2 à 3^m.

Il résulte de ses diverses constatations, dispositions synclinales de Conleau et de Locoal-Meudon, parallélisme, continuité et épaisseur des bandes, répartition du graphite, qu'il est logique de considérer ces schistes comme ayant appartenu à une couche unique, plissée très approximativement de la manière suivante :

Anticlinal	Plœren, Vannes, Noyalo.
Synclinal.	Conleau, Séné.
Anticlinal	Brandérion, Plœren, le Hézo.
Synclinal double	Landévant, Saint-Armel.
Anticlinal	Le Gouarde, sud d'Arradon.

Sur le flanc Sud de cet anticlinal, principalement vers l'Ouest, divers plis dont il ne reste plus que la racine du synclinal de Locoal-Meudon. Puis toute la couche plonge sous la granulite suivant la ligne Plœrnel, Kerzoneno et sud de l'île aux Moines. Elle ne reposait plus que de l'autre côté

de l'anticlinal Arzon-Locqmariaquer où les deux lambeaux qu'on y observe enclavés dans la granulite et qui sont indiqués sur la feuille de Quiberon, due également à M. Barrois, marquent probablement les deux bords d'un autre synclinal.

Ainsi reconstituée, cette couche est constamment supérieure à toutes les grandes masses d'amphibolites des îles et des bords du Morbihan, elle est donc plus récente. Mais elle est contemporaine du faisceau de pyroxénites de Roguidas, car c'est dans les bandes ou sur leurs bords qu'on rencontre les bancs qui le constituent. Leur continuité, affirmée par M. Barrois[1], est nettement mise en évidence par deux d'entre eux qu'on peut suivre sur plus de 6^{km} de longueur.

Enfin, on observe encore dans les falaises du Morbihan de petits lits graphitiques qu'on peut retrouver dans les landes. Ils apparaissent près d'Arzon dans les gneiss primordiaux et deviennent plus fréquents au voisinage des bandes avec lesquelles ils alternent. Ils semblent marquer les premiers essais et la fin de cette formation graphitique à laquelle l'ensemble des constatations exposées plus haut permet d'attribuer une origine sédimentaire.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les vents locaux du voisinage des îles Canaries.* Note de M. **H. Hergesell.**

Dans mes Notes précédentes j'ai dit que les îles situées au large du continent africain devaient exercer une certaine influence sur les courants aériens; et que les brises de SW observées sur le Pic de Ténériffe devaient être souvent la résultante de causes purement locales. J'indique dans les lignes suivantes à la suite de quelles observations j'ai été amené à me former cette opinion.

En 1904, me trouvant à bord du yacht de S. A. S. le prince de Monaco, j'ai fait le tour de plusieurs des Canaries, restant parfois des jours entiers soit au sud soit au nord de ces îles, ce qui m'a permis d'étudier maintes fois la variation diurne des vents. — Vers 10^h du matin, le 31 juillet, nous constations au nord de Ténériffe un alizé de NE d'une force de $7^m,50$ par seconde. Dans la nuit nous contournions l'île et le lendemain 1er août nous

(1) Ch. Barrois, *Les pyroxénites des îles du Morbihan* (*Annal. Soc. géol. du Nord* t. XV, 1887, p. 86.)

trouvâmes à 10 milles au SW de la côte un vent de SW de 7^m par seconde, affluant directement vers la terre et y formant des nuages. C'était sans doute une brise de mer due à l'échauffement des terres et gagnant jusqu'au faîte de l'île. Des observations dues à d'autres navires nous apprirent qu'au même moment la direction des alizés n'était nullement altérée au nord de Ténériffe, tandis qu'un observateur situé sur le pic du Teyde le 1er août au matin y eût sans doute constaté le SW d'origine locale. — Pendant la matinée du même jour ce courant SW a été constaté au sud des îles de la Gomera, de Palma, et de Gran Canaria. — Ces brises, dues à l'échauffement terrestre, cessaient toujours dans l'après-midi, ensuite venait du calme, puis un vent local de terre bien plus fort que la brise de mer de la matinée.

L'état thermique et hygrométrique de ces vents est fort intéressant à étudier.

Le tableau suivant est celui des observations faites au large de Palma, île allongée dans la direction Nord-Sud.

6 *août* 1904.

HEURES	TEMPÉRATURE	TENSION DE LA VAPEUR	HUMIDITÉ RELATIVE	VITESSE DU VENT
3^h p. m.	24,0	14,8	67 p. 100	
8. —	28,0	11,8	42,1 —	6^m,0 par seconde.
8.12 —	31,0	8,8	26,4 —	7.0 —
8.22 —	33,5	6,2	16,0 —	11.5 —
8.35 —	35,0	6,5	15,5 —	
8.44 —	41,8	6,6	12,0 —	14.0 —

Ces observations montrent que l'influence de la brise terrestre faisait passer la température de 24° au chiffre considérable de près de 42°, tandis que l'humidité relative décroissait de 67 à 12 p. 100.

En admettant que cet accroissement de température n'ait été dû qu'à la compression de l'air descendant, appliquons la formule de Hann : $\frac{dt}{dz} = -\frac{1}{cJ}$ (c : chaleur spécifique de l'air; J : équivalent mécanique de la chaleur ; $\frac{dt}{dz}$: gradient vertical de la température).

Si nous admettons encore une température de 20° (chiffre résultant d'une ascension effectuée le 4 août) pour une hauteur de 2000^m représentant l'altitude moyenne de la crête de Palma, nous avons $\frac{dt}{dv} = \frac{1}{100}$. En substi-

tuant cette valeur dans la formule de Hann avec la valeur donnée par Wildemann pour $c = 0,238$, nous trouvons comme résultat $J = 420$. Ce nombre remarquablement d'accord avec les valeurs trouvées au laboratoire, met hors de doute le fait qu'on se trouve en présence d'un véritable phénomène de fœhn.

Constatons encore que les alizés eux-mêmes sont soumis pendant la journée à des phénomènes semblables à ceux du fœhn dus à l'influence des îles.

L'espace me fait défaut pour entrer ici dans le détail des observations relatives à ce phénomène.

Celles qui précèdent suffiront, je pense, à prouver l'influence considérable exercée par les Canaries sur les courants atmosphériques environnants.

Dans leur dernière Note présentée à l'Académie, MM. Teisserenc de Bort et Rotch ont donné comme résultat de leurs études ce fait que le SW observé au Pic de Ténériffe ainsi qu'en pleine mer correspondait à un phénomène général de contre-alizé SW existant déjà par ces latitudes.

Nous pensons que ces résultats ne tiennent pas bien compte des faits, car leur conclusion est en opposition complète avec les observations effectuées avec les ballons-sonde de la *Princesse Alice* lesquelles ont prouvé l'existence des vents NW en été jusqu'aux plus grandes hauteurs à la latitude des Canaries. On n'est donc pas fondé à considérer comme réguliers les courants supérieurs de SW de ces régions. Ce contre-alizé ne sera trouvé d'une façon régulière que quelques degrés plus Sud ; tout au plus les expériences exécutées en février par les savants précités peuvent-elles permettre de conclure que la limite entre les courants supérieurs de NW et de SW est légèrement variable avec les saisons.

MM. Teisserenc de Bort et Rotch ont, dans leur Mémoire, dit à plusieurs reprises que j'aurais à un moment donné contesté complètement l'existence du contre-alizé.

C'est là un malentendu que je tiens à dénoncer ici, mes Mémoires antérieurs n'étaient pas du tout relatifs à ce sujet, pas plus que l'opinion que j'exprime sur le phénoméne tout local du SW de Ténériffe.

Dans mes Notes précédentes, j'ai seulement exposé les résultats obtenus dans la région boréale des alizés jusqu'à la hauteur des Canaries. Je n'ai rien à dire des régions plus méridionales où je n'ai pas fait d'observations : toutefois, la désignation de NW que j'ai donnée au vent des lati-

tudes plus boréales prouve jusqu'à l'évidence que j'ai supposé l'existence d'un contre-alizé SW dans les régions plus au Sud, car j'ai aussi parlé d'un contre-alizé de retour, ce qui par opposition à N devrait signifier S pour les régions plus méridionales.

M. **L. Crelier** adresse une Note intitulée : *Génération et construction des courbes du* $(n+1)^e$ *degré et de la* $(n+1)^e$ *classe.*

M. **F. Romanet du Caillaud** adresse à l'Académie une lettre dans laquelle il propose l'adoption internationale du méridien de Bethléem.

M. **Georges Negre** demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 24 juillet 1905.

Ce pli, ouvert en séance, renferme une Note intitulée : *Les axes anticlinaux et les gisements de phosphates de chaux dans le nord de la France.*

A 4 h. 3/4 l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 h. 3/4.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

Ouvrages reçus dans la séance du 14 mai 1906.

Essais sur le calcul du nombre des classes de formes quadratiques binaires aux coefficients entiers, par M. Mathias Lerch, correspondant de l'Institut. (Extr. des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de l'Institut de France*; t. XXXIII, n° 2.) Paris, Imprimerie Nationale, 1906; 1 fasc. in-4°.

Observatoire de Toulouse. *Catalogue photographique du ciel*; t. VII, 3e fasc. : *Observations d'Eros*. Paris, Gauthier-Villars, 1906; 1 fasc. in-4°.

Observatorio de Marina de San Fernando. *Carta fotográfica del Cielo*. Zona — 9°. Hojas nos 43, 45, 56, 61, 122, 129, 130, 135, 139 et 140. 10 feuilles in-plano.

Onoranze al prof. Luigi Cremona : Elenco delle sottoscrizioni raccolte fino a tutt' oggi; Roma, aprile 1906. Rome, « R. Accademia dei Lincei »; 1 fasc. in-8°.

Report of Director of the Solar Observatory, Mount Wilson, California, by George E. Hale. Washington, 1906; 1 fasc. in-8°.

Plant response as a means of physiological investigation, by Jagadis Chunder Bose, with illustrations. Londres, Longmans Green et Cie, 1906; 1 vol. in-8° (hommage de l'auteur).

The chemistry of flesh, by P.-F. Trowbridge and H.-S. Grindley. (Extr. de *The Journal of American Chemical Society*. Vol. XXVIII, n° 4, avril 1906), 1 fasc. in-8° (hommage de l'auteur).

The chemistry of immunity, in connexion with toxines and anti-toxines, by E.-F. Wright. Londres, A. Bonner, 1906; 1 fasc. in-12 (hommage de l'auteur).

Sur l'hygroscopicité comme cause de l'action physiologique à distance découverte par Elfving, par L. Errera. Bruxelles, Hayez, 1906; 1 fasc. in-8°.

Bibliographie du glycogène et paraglycogène, réunie par L. Errera. Bruxelles, Hayez, 1905; 1 fasc. in-8° (offert en hommage, ainsi que le précédent opuscule, par Mme veuve Errera).

Ueber die Phosphorescenzspectra (Kathodoluminescenzspectra) der selten Erden und die drei neuen Crookes' schen Elemente Ionium, Incognitum und Victorium, von Robert Marc. Berlin, 1906; 1 fasc. in-8° (hommage de l'auteur).

Les problèmes du monde et les mathématiques, par N.-B. Perelmiter. Varsovie, 1906; 1 fasc. in-8° [en langue russe] (hommage de l'auteur).

Hourly readings obtained the self-recording instruments at four observatories in connexion with the Meteorological Office 1903; New Series, vol. IV. Londres, 1906; 1 vol. in-4°.

Studien über Erdbodenwärme und Schneedecke, mit 4 Tafeln. Chemnitz, 1905; 1 fasc. in-4°.

Mineral resources of the United States, 1904. Washington, United States Geological Survey, 1905; 1 vol. in-8°.

Twenty-sixth annual Report of the Director of United States Geological Survey of the Secretary of Interior 1904-5. Washington, 1905; 1 vol. in-4°.

Atlas to accompany monograph XXXII on the geology Yeollowstone National Park, by ARNOLD HAGUE. Washington, United States Geological Survey, 1904; 1 vol. in-folio.

Carte bathymétrique de la mer Barenz, par L. BREITFUSS et A. SMIRNOW (*Murman-Expédition*). Saint-Pétersbourg, 1906; 1 feuille in-plano.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 21 MAI 1906.

Tableaux logarithmiques A et B équivalant à des tables de logarithmes à 6 et à 9 décimales et notice explicative donnant la théorie et le mode d'emploi des tableaux, par A. GUILLEMIN. Paris, Félix Alcan, 1906; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Tratado de las curvas especiales notables, por F. GOMES TEIXEIRA. Madrid, 1905; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Théorie et construction de tables permettant de trouver rapidement les facteurs premiers d'un nombre, par ERNEST LEBON. Rome, 1906; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La nouvelle édition de la Carte géologique de la France à l'échelle du millionième, par EMM. de MARGERIE. Paris, Armand Colin, 1906; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Moteurs à collecteur à courants alternatifs, par F. NIETHAMMER. Paris, 1906; 1 fasc. 8°. (Hommage de l'auteur.)

De l'influence des oxydes de manganèse du sol sur la production des éthers dans le vin, par SAINT-LAGER et MARIUS AUDIN. Villefranche, P. Mercier, 1906; 1 fasc. in-4°.

Epingles en bronze trouvées à Vers (Gard), par GALIEN-MINGAUD. (Extr. du « Bul. Soc. Etude Sc. Nat. » Nîmes, 1905.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La Spéléologie au XX^e siècle, revue et bibliographie des recherches souterraines de 1901 à 1905, par E.-A. MARTEL (*Spelunca*, t. VI, n^os 42 et 43, juillet-décembre 1905.) Paris, 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société Zoologique de France, t. XXX. Paris, 1905; 1 vol. in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1904-1905. Rouen, 1906; 1 vol. in-8°.

Harvard College Observatory. *Telegraphic cipher code, Gerrish System.* Cambridge, Mass., 1906; 1 fasc. in-8°.

Untersuchungen über die klimatischen Verhältnisse von Beirut (Syrien) von STANISLAU KOSTLIVY. Prague, 1905; 1 fasc. in-8°.

Essaio para uma synonima das nomes populares das plantas indigenas do Estado de S. Paulo; 2^e parte, por GUSTAVO EDWALL. (« Commissao Geographica e Geologica de Sao Paulo », Bull. n° 16.) Saint-Paul, 1906; 1 fasc. in-8°.

Sopra la quantita di rame che si ritrova nell' olio ottenuto da olivi tratti con poltiglia cupro-calcica; Nota del prof. NAPOLEONE PASSERINI. Modène, 1905; 1 fasc. in-8°.

Une série de publications sur le cancer et son traitement, par le Dr ALBERT ADAMKIEWICZ. Vienne, Berlin, etc. 1895-1905; 12 fasc. in-8°.

Catalogue of the Indian Decapod Crustacea in the collection of the Indian Museum; part. III. *Macrura*; fasc. I. *The prawns of the « Peneus » group*, by A. ALCOCK. Calcutta, 1906; 1 fasc. in-4°.

Report of the tenth meeting of the Australasian Association for the Advancement of Science, held at Dunedin, 1904, edited by GEO. M. THOMSON. Dunedin, 1905; 1 vol. in-8°.

Jahresbericht der königl. Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, für das Jahr 1905. Prague, 1906; 1 fasc. in-8°.

(A suivre.)

ERRATA

(Séance du 28 mai 1906.)

Note de M. *Em. Vigouroux* : Contribution à l'étude des ferrotungstènes purs.

Page 1197,	ligne	7,	*au lieu de*	pureté	*lisez*	dureté.
—	—	15 et 33	—	de Beuneville	—	de Benneville.
—	—	21	—	134	—	1834.

Page 1198, ligne 1, *à la suite de* Behrens, *lisez* (1) H. Behrens et A. Van Linge, *Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas*, t. XIII, p. 155, année 1894.

Note de MM. *A. Fernbach* et *J. Wolff* : Sur la transformation presque intégrale en maltose des dextrines provenant de la saccharification de l'amidon.

Page 1218, ligne 15, *au lieu de* qu'il ne se forme pas de maltose, *lisez* qu'il ne se forme pas de glucose.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 JUIN 1906,

PRÉSIDÉE PAR M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le tome CXLI des *Comptes rendus* (deuxième semestre 1905) est en distribution au Secrétariat.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur la synthèse directe de l'acide azotique et des azotates par les éléments, à la température ordinaire.* Note de M. **Berthelot**.

J'ai entrepris de nouvelles recherches sur la synthèse de l'acide azotique par les éléments, à la température ordinaire, sous l'influence de l'effluve électrique. J'ai reconnu que cette synthèse peut être effectuée d'une façon directe et intégrale, dans des conditions que j'ai découvertes et que je vais décrire, et cela sans complications ni formations secondaires. Ces résultats distinguent les expériences que je vais décrire des réactions connues : opérées avec l'étincelle électrique (ou avec l'arc) dans l'expérience classique de Cavendish; aussi bien dans l'oxydation partielle de l'azote, au cours des combustions simultanées du carbone, du soufre, de l'hydrogène et autres corps inflammables (1) ; ou bien encore, dans les essais exécutés jusqu'ici par différentes autres voies, telles que la nitrification naturelle,

(1) Voir entr'autres mes expériences. *Annales de Chimie et de physique*, 7e série, t. XXI, p. 145-202.

accomplie avec le concours préalable des agents microbiens fixateurs d'azote [1].

Je vais résumer mes études sur la formation de l'acide azotique par l'azote et l'oxygène, à la température ordinaire : en en fixant les proportions relatives, en présence de l'eau ou des alcalis, et en déterminant les limites de la combinaison et sa vitesse, suivant l'état de condensation de la matière, c'est-à-dire suivant la pression des systèmes gazeux. Je terminerai par des considérations thermochimiques, destinées à comparer la méthode actuelle de synthèse avec les autres méthodes, fondées sur l'emploi de l'étincelle, ou des combustions simultanées.

I. Méthode.

J'opère au moyen des appareils que j'ai imaginés pour faire agir l'effluve soit sur un courant gazeux, soit sur un volume déterminé de gaz renfermé dans un vase de verre scellé, en présence de l'eau ou d'une solution étendue de potasse. Dans plusieurs cas, ce vase a été relié à un tube vertical capillaire, immergé dans une cuve à mercure : de façon à pouvoir suivre la marche des pressions, et par conséquent la marche de la combinaison à volume constant, accomplie au cours d'intervalles de temps successifs. Le vase était entouré d'eau, définissant approximativement la température des gaz, maintenue à peu près constante, depuis 8° jusqu'à 80°, dans différentes expériences.

Au cours de tous mes essais, il se forme uniquement, ou à peu près, de l'acide azotique hydraté, d'après la formule exacte

$$Az^2 + O^5 + H^2O + Aq = 2\ AzO^3H \text{ étendu};$$

cet acide demeurant libre, ou combiné à la potasse.

La réaction, à chaque instant, s'effectue suivant cette formule ; quel que soit l'excès relatif de l'azote, sans qu'il se forme ni acide azoteux bien sensible, ni ammoniaque.

De même, avec un excès d'oxygène.

Dans tous les cas, elle s'accomplit jusqu'à épuisement de celui des deux gaz qui se trouve en excès.

Ces résultats ont été constatés à l'aide de mesures effectuées par les analyses suivantes :

---

(1) *Chimie végétale et agricole*, t. I, livre Ier, p. 14 et 15 et p. 398.

1° Mesure exacte des volumes d'oxygène et d'azote disparus ;

2° Mesure du titre acide des solutions aqueuses, ou du titre alcalin des solutions potassiques ;

3° Mesure du volume de bioxyde d'azote gazeux, régénéré ensuite de l'azotate.

Dans la plupart des expériences, les trois ordres de mesures ont été exécutés sur le même échantillon et ont été concordantes. En outre, on a toujours vérifié avec précision la dose ou l'absence sensible de l'acide azoteux et l'absence de l'ammoniaque.

L'effluve était produite à l'aide d'une bobine d'induction à décharges alternatives, alimentée par un courant de 12 volts et 6 ampères, intensité moyenne (courant primaire). La longueur des étincelles explosives entre les pôles était limitée à 20^{mm}. Mais on avait soin de régler l'interrupteur vibrant, de façon à ne produire à l'intérieur des gaz du vase à effluves, ni étincelles, ni pluie de feu. J'ai opéré tantôt sans condensateur, tantôt avec condensateur. Jamais la vapeur nitreuse n'a apparu, même temporairement. La réaction opérée sur un volume limité de gaz avait en général atteint sensiblement sa limite au bout de 6 à 8 heures.

II. Expériences. Réaction totale. Proportions relatives.

J'ai opéré à la température ordinaire, en faisant varier les proportions relatives, c'est-à-dire en employant l'azote et l'oxygène, d'abord suivant les rapports théoriques de 2 volumes à 5 volumes : $Az^2 + O^5$;
puis suivant les rapports de 2 volumes à un seul : $Az^2 + O$;
enfin suivant les rapports de l'air atmosphérique : $79^{vol},2$ azote + $20^{vol},8$ oxygène, rapports voisins de $Az^4 + O$.

La vapeur d'eau, présente au cours de mes expériences, était toujours en proportion équivalente fort inférieure à celles de l'azote et de l'oxygène, lorsque j'ai opéré à la température ordinaire ; si ce n'est vers la fin du phénomène. En effet, au début, vers 8°, le volume de la vapeur d'eau ne représente guère que le centième des volumes réunis des deux gaz, sous la pression normale, tandis que vers la fin elle peut en constituer la presque totalité, lorsqu'on opère à volume constant, en partant de $Az^2 + O^5$.

Cependant, en raison de la lenteur de la réaction, la vapeur d'eau qu'elle absorbe est sans cesse reformée aux dépens de l'eau liquide placée au fond des tubes (1), et elle est régénérée assez rapidement, de façon à se

(1) L'eau liquide introduite dans l'appareil ne doit jamais atteindre, même au début, une

trouver toujours en excès suffisant pour la production continue de l'acide azotique; ainsi que le prouve l'absence perpétuelle de la vapeur nitreuse.

On a opéré d'abord par circulation, puis sur un volume de gaz limité, contenu dans un appareil complètement clos.

PREMIÈRE PARTIE. — **Circulation.**

(1) *Air atmosphérique.* — J'ai fait circuler lentement un courant d'air dans mon appareil à ozone [1], à raison d'un demi-litre par heure, vers 10°, pendant 8^h. Je donnerai comme indication les doses d'acide azotique formé; ces doses étant évidemment subordonnées au volume du gaz contenu dans l'espace annulaire compris entre les deux cylindres de verre concentriques, à la distance de ces deux cylindres, et à la tension (variable) de l'électricité fournie à l'effluve par la bobine d'induction.

On a dosé, d'une part, l'acide condensé dans l'eau, au fond du cylindre enveloppant, et d'autre part, l'acide vaporisé et entraîné au dehors par l'excès des gaz non combinés, barbotant dans une autre proportion d'eau.

On a constaté ainsi, dans le liquide intérieur: AzO^3H =	$0^{gr},152$
Dans le liquide extérieur	$0^{gr},002$
Total.	0 ,154

Ce qui répond en moyenne, pour la durée d'une heure, à $0^{gr},0192$, correspondant à $3^{cc},6$ d'azote et $12^{cc},6$ d'oxygène, empruntés à un demi-litre d'air.

On voit en outre que la tension de vapeur propre de l'acide (hydraté) est très faible.

Ni acide azoteux, ni ammoniaque.

(2) Même expérience, avec le même appareil; à cela près que l'on y avait introduit une solution étendue de potasse, au lieu d'eau. On a fait passer 5 litres d'air, en 8^h. A la fin on a obtenu : $0^{gr},202$ d'acide azotique AzO^3H (neutralisé par la potasse); toujours sans acide azoteux, ni ammoniaque.

Or, dans ces conditions, s'il y avait eu de l'acide azoteux, ou du gaz hypoazotique, même temporairement, il aurait du se former, d'après les expériences de Gay-Lussac et les miennes, de l'azotite, au contact de la

---

hauteur suffisante pour établir la conductibilité électrique entre les parois de verre des deux tubes concentriques, entre lesquelles se produit l'effluve.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. X, p. 166.

potasse ; l'acide azoteux étant soustrait soudain au mélange gazeux, avant qu'il ait eu le temps d'être suroxydé.

La dose d'acide azotique formé par heure, au cours de cet essai fait avec le concours de la potasse, était de $0^{gr},0252$; soit $0^{gr},0050$ par litre d'air employé : chiffre concordant avec celui de l'acide formé avec le concours de l'eau pure ($0^{gr},0048$). L'alcali n'avait donc exercé aucune action accélératrice sensible sur la combinaison des deux gaz, dans ces conditions.

Ajoutons d'ailleurs que le poids de l'oxygène contenu dans un litre d'air employé était $0^{gr},027$, et celui de l'oxygène changé en acide azotique $0^{gr},00375$. Ces chiffres répondent à un rendement de 14 p. 100, constaté en présence d'un excès d'oxygène et d'un excès d'azote non combinés.

On va montrer que ce rendement peut devenir total, tant pour l'oxygène que pour l'azote, lorsque l'on prolonge la réaction sur un volume d'air limité.

(3) Mais avant d'aborder ce sujet, j'ai recherché si la formation de l'acide azotique, sous l'influence de l'effluve, exigeait les hautes tensions développées avec la bobine d'induction, mise en jeu dans les conditions précédentes. Or, en opérant avec le courant alternatif du secteur, c'est-à-dire sous une tension d'une centaine de volts, avec les mêmes appareils et avec la même épaisseur de gaz dans l'espace annulaire qui sépare les deux tubes concentriques, 4 litres d'air humide, circulant pendant 8^h, n'ont fourni aucune trace d'acide azotique.

Dans un appareil clos, en opérant en vase scellé sur un volume limité d'une trentaine de centimètres cubes, pendant 18^h, le résultat a été également négatif avec le courant du secteur (105 volts) (1).

SECONDE PARTIE. — **Expériences faites sur un volume constant de gaz, en vases clos et scellés à la lampe. Limite de la combinaison.**

On a fait varier les proportions relatives des deux gaz, ainsi qu'il a été dit plus haut :

(4) Mélange en proportion théorique : $Az^2 + O^5$; en présence de l'eau (2).

---

(1) En réduisant l'épaisseur de la couche gazeuze, il pourrait en être autrement. Dans tous les cas, les décharges disruptives, sous forme d'étincelle ou de pluie de feu, ont toujours été évitées.

(2) Voir mes appareils, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXII, p. 466, 464, 457 (1857.) Un manomètre capillaire était ajouté à ces appareils.

Capacité du vase : 23^{cm^3}. $t = 13°$. Pression intérieure initiale, $0^m,50$ (de mercure). Après 6^h d'effluve, pression $0^m,07$. Le vase renfermait encore de l'oxygène et de l'azote.

Poids du gaz absorbé ($Az^2 + O^5$) : $0^{gr},016$ d'après les volumes ; 0,015 d'après le titre acide. Réaction presque totale.

(5) Même mélange, en présence d'une solution étendue de potasse. Volume inititial du gaz réduit : $64^{cm^3},6$. Pression intérieure initiale : $0^m,764$. $t = 8°,5$. Durée, 14^h. Pression finale, $0^m,09$.

Gaz absorbé, $O = 0^{gr},042$, $Az = 0^{gr},0171$; ce qui répond à $AzO^3H = 0^{gr},096$. D'après le titre acide, 0,092.

Autre expérience sur $24^{cm^3},5$. Gaz initial. On a obtenu $AzO^3H = 0^{gr},038$ d'après les volumes absorbés. D'après le volume AzO régénéré, 0,037. Ni AzH^3, ni AzO^2H.

(6) Même mélange, à 80°. Autre vase. Pression initiale des gaz froids, $0^m,50$. AzO^3H formé : d'après les volumes gazeux, $0^{gr},010$; d'après le titre acide, 0,0108.

(7) Mélange de 2 volumes d'azote et de 1 volume d'oxygène, $Az^2 + O$, en présence de l'eau. Pression initiale, $0^m,77$. $t = 8°$. Durée : 6^h. Volume initial réduit, $53^{cm^3},6$. Volume final du gaz réduit, $28^{cm^3},4$.

Diminution : $25^{cm^3},2$, formés de $17^{cm^3},9$ oxygène et $7^{cm^3},2$ azote (mesures). Rapport 5 : 2, Tout l'oxygène a disparu. Ni AzH^3, ni AzO^2H.

(7 *bis*) Résultat semblable, avec le même mélange, en présence de la potasse.

(8) Même mélange. Pression atmosphérique initiale.

Volume initial réduit, $71^{cm^3},3$. Volume final, $38^{cm^3},3$. Durée 8^h. Diminution : 33^{cm^3}. Tout l'oxygène a disparu, soit $O = 23^{cm^3},8$ et $Az = 9^{cm^3},5$. Trace d'acide azoteux.

Poids de AzO^3H : d'après les volumes gazeux absorbés, $0^{gr},053$; d'après le volume régénéré de AzO, 0,051.

(9) Air ordinaire, en présence de la potasse étendue. Pression initiale, $0^m,768$. $t = 13°$. Pression finale, $0^m,58$. Il reste un peu d'oxygène. AzO^3H obtenu, d'après les volumes gazeux, $0^{gr},057$; d'après le titre acide 0,057. Ni AzH^3, ni AzO^2H.

(9 *bis*) Air, en présence de l'eau. Expérience semblable. Gaz initial réduit, $33^{cm^3},8$. Gaz final, $24^{cm^3},8$, renfermant encore $0^{cm^3},3$ d'oxygène. Azote restant, $24^{cm^3},5$. D'où AzO^3H formé, d'après les volumes gazeux, $0^{gr},0137$. D'après le titre acide, 0,0130 ; d'après AzO régénéré, 0,0136.

On voit par ces expériences que la combinaison de l'oxygène et de l'azote en présence de la vapeur d'eau, opérée à basse température par l'effluve, tend à s'accomplir jusqu'à épuisement de l'oxygène, quelle que soit la proportion relative de l'azote; cette limite n'étant d'ailleurs atteinte complètement qu'au bout d'un temps théoriquement infini. Dans tous les cas étudiés, il se forme de l'acide azotique, sans formation sensible d'ammoniaque ou d'acide azoteux : tant qu'il y a un excès d'oxygène, et même avec un excès d'azote.

Ce résultat pourrait s'expliquer en présence d'un excès d'oxygène, en raison de la tendance de l'oxygène à former de l'ozone, et de l'incompatibilité entre l'ozone et l'acide azoteux, du moins lorqu'ils sont maintenus pendant quelque temps en présence de l'eau; ainsi qu'entre l'ozone et l'ammoniaque.

Mais cette explication ne suffit pas pour expliquer l'absence de l'acide azoteux, en présence d'un excès d'azote. Il semble dès lors établi que l'acide azotique est, dans tous les cas, le produit essentiel de la réaction, et que l'azote n'est pas susceptible de le ramener à l'état d'un oxyde inférieur, dans les conditions de mes expériences.

Cette formation de l'acide azotique à peu près exclusive, en présence d'un mélange d'azote, d'oxygène et de vapeur d'eau, a lieu non seulement à la température ordinaire, mais jusqu'à 80° au moins.

Il convient évidemment de faire des réserves pour les températures élevées au-dessus du degré où s'opère la décomposition pyrogénée de l'acide azotique.

Ajoutons d'ailleurs que la réaction offre le même caractère, depuis la pression atmosphérique normale du début, jusqu'aux très faibles pressions finales d'oxygène, lesquelles répondent à la disparition à peu près totale de ce gaz dans les mélanges.

TROISIÈME PARTIE. — **Relations entre la vitesse de la combinaison et la pression du système gazeux.**

En opérant dans les conditions qui viennent d'être signalées, le volume des gaz intérieurs demeure sensiblement constant (sauf les petites différences attribuables au changement de niveau du mercure, dans l'espace très petit occupé par ce liquide dans le tube capillaire).

En tenant compte des variations de température de l'air et de la pression atmosphérique, on peut dès lors déduire de la hauteur de la colonne mercurielle (qui définit la pression du gaz expérimenté) le poids

absolu d'acide azotique, formé pendant une période quelconque de l'expérience. C'est ainsi qu'ont été obtenus les résultats suivants.

Je commencerai par les mélanges gazeux formés dans les proportions théoriques $Az^2 + O^5$; la tension de la vapeur d'eau étant de $0^m,008$ vers $8°$, température voisine de celle de la plupart de ces essais. Cette tension est d'ailleurs négligeable dans une première approximation; sauf vers la fin du phénomène, bien entendu.

Soit d'abord l'expérience (5), exécutée sur un volume gazeux de $64^{m^3},6$ (réduit). Pression initiale : $0^m,76$; $t = 8°,5$. Pression finale : $0^m,08$. Durée, 14 heures. Quantité totale d'acide AzO^3H formée : 96^{mgr}.

Au début, l'action s'exerce avec une certaine intensité; elle s'accélère ensuite, par une sorte d'entraînement. Au bout de 3 heures et demie ($210^{minutes}$), la pression est tombée à $0^m,34$, un peu moins de moitié. La quantité d'acide formé s'élevait alors à 50^{mgr} (52 p. 100 de la totalité) ; c'est-à-dire la moitié environ : soit $0^{mgr},24$ par minute.

Pendant les 2 heures qui suivent (de 210^{min} à 330^{min}), la pression tombe à $0^m,25$. La quantité d'acide formée pendant cet intervalle était de $10^{mgr},8$ (11 p. 100 du total), soit $0^{mgr},9$ par minute : un peu moins de moitié de la précédente, pour la même durée et pour une pression réduite de moitié. Pendant les 4 heures suivantes (330^{min} à 570^{min}), la pression tombe à $0^m,156$. Le poids d'acide formé pendant ce nouvel intervalle était de $11^{mgr},5$, soit 12 p. 100 du total, c'est-à-dire, $0^{mgr},48$ par minute : moitié environ de la période précédente, pour une pression réduite d'un tiers.

La réaction se ralentit ainsi indéfiniment, à mesure que l'état de condensation de la matière diminue. C'est là une conclusion applicable à une multitude de phénomènes chimiques. Qu'il me soit permis de rappeler qu'elle a été inaugurée dans l'étude des réactions gazeuses, par mes expériences sur la formation des éthers, en 1860. Il n'est pas possible d'ailleurs de calculer une loi rigoureuse de ce décroissement durant la formation de l'acide azotique d'après les chiffres qui précèdent, à cause de l'accélération initiale et de la variation de tension de la vapeur d'eau, en premier lieu. En outre la vitesse de la réaction est surtout influencée par la variation incessante et irrégulière des tensions électriques, et par suite de l'énergie fournie à chaque instant par la bobine d'induction, dans les conditions présentes de son emploi [1].

---

(1) Pour arriver à une loi précise, il faudrait en outre définir plus nettement l'épais-

La conclusion générale qui précède n'en demeure pas moins certaine.

(10) Voici une autre expérience, exécutée sur un volume de 27^{cm^3}, c'est-à-dire à peu près moitié moindre que les précédentes, avec formation finale de $0^{gr},038$ de AzO^3H, en présence de KOH étendue.

Pendant les premières 15 minutes, la pression est tombée à $0^m,68$. Le poids moyen d'acide formé par minute était $0^{mgr},16$.

Pendant les 30 minutes suivantes, la pression tombe à $0^m,57$. Poids moyen d'acide formé par minute, $0^{mgr},21$.

Pendant les 30 minutes suivantes, la pression tombe à $0^m,42$. Poids moyen d'acide formé par minute, $0^{mgr},28$.

Ainsi, pendant les 75 premières minutes, la réaction a formé $0^{gr},017$ de AzO^3H, c'est-à-dire près de moitié du poids total obtenu à la fin; la pression étant réduite à près de moitié.

Pendant les 150 minutes suivantes, la pression tombe à $0^m,17$. Poids moyen de l'acide formé par minute, $0^{mgr},095$. Il y a donc nouvelle réduction de pression plus de moitié; le poids de l'acide azotique formé pendant cette période s'élevant à $0^{gr},014$.

Pendant les 120 minutes suivantes, la pression est réduite à $0^m,076$. Poids moyen d'acide formé par minute, $0^{mgr},044$.

Pendant les 120 minutes suivantes, la pression se réduit enfin à $0^m,04$. Poids moyen d'acide formé par minute, $0^{mgr},016$.

On voit ici plus clairement l'accélération initiale, puis la diminution progressive, qui se produit en raison de la diminution de la condensation de la matière gazeuse.

(11) Voici deux expériences, destinées à rendre compte autant que possible, de l'influence d'un condensateur électrique (bouteille de Leyde): condition où l'étincelle modératrice entre les pôles change, comme on sait, de longueur et d'intensité. Ces deux expériences ont été exécutées avec les mêmes tubes, afin d'en rendre les conditions comparables, autant que possible. Au contraire, elles ne le sont pas au même degré avec les pré-

---

seur de la couche gazeuse sur laquelle s'exerce l'action de l'effluve, épaisseur qui n'est pas uniforme dans les appareils de verre. Il faudrait aussi définir le mode de distribution de l'action de l'effluve dans les différentes régions de la masse gazeuse, et spécialement dans la capacité vide, en partie remplie d'eau, qui sépare le fond du tube intérieur de celui du tube concentrique qui l'enveloppe. Enfin il conviendrait de faire intervenir la vitesse d'évaporation de l'eau restituée.

cédentes, en raison de la différence des volumes intérieurs et de l'épaisseur de la couche gazeuse interposée.

Volume intérieur, 24^{cm^3}. Pression initiale, $0^m,50$.

	Sans condensateur		Avec condensateur	
Poids total de AzO^3H formé.	$0^{gr},0186$		$0^{gr},019$	
	Pression.	Poids d'AzO^3H par minute.	Pression.	Poids d'AzO^3H par minute.
Après 15 minutes.	$0^m,44$	$0^{mg},175$	$0^m,46$	$0^{mg},16$
Après les 15 minutes suivantes.	$0^m,38$	$0^{mg},17$	$0^m,40$	$0^{mg},19$
Après les 30 minutes suivantes.	$0^m,24$	$0^{mg},20$	$0^m,30$	$0^{mg},175$
Après les 60 minutes suivantes.	$0^m,15$	$0^{mg},06$	$0^m,20$	$0^{mg},08$
Après les 60 minutes suivantes.	$0^m,07$	$0^{mg},05$	$0^m,12$	$0^{mg},06$
La combinaison avait atteint à peu près la moitié de la limite au bout d'une heure			Même observation au bout d'une heure.	

D'après ces observations, l'influence du condensateur électrique employé a été minime; conséquence qu'il ne faudrait pas trop généraliser pour d'autres dispositions.

Quatrième partie. — **Influence d'un excès d'azote.**

Jusqu'à quel point la condensation gazeuse décroissante de la fraction du mélange gazeux, entrant en combinaison et par l'effet de cette combinaison, dans un mélange renfermant en excès de l'un des composants, tel que l'azote, peut-elle être assimilée à la simple raréfaction produite sur le système $Az^2 + O^5$, dont les composés entrent intégralement en réaction? C'est ce que font entrevoir les expériences suivantes.

Soient les chiffres obtenus au cours de l'expérience (8), exécutée sur le mélange $Az^2 + O$.

En présence de la potasse, au bout de 8 heures, tout l'oxygène, ou sensiblement, a disparu, et le volume réduit du gaz final s'est trouvé réduit à 54 p. 100 de son volume initial. La théorie indique en effet pour la formation exclusive de l'acide azotique dans un semblable mélange : 53 p. 100.

En fait d'ailleurs [1], le poids de cet acide AzO^3H formé s'élevait à $0^{mg},053$.

Or pendant la première heure, il s'est formé $0^{gr},017$ d'acide, soit le tiers de la quantité totale : $0^{mgr},3$ environ par minute moyenne. Pendant l'heure suivante, il s'est formé $0^{gr},012$ d'acide : soit $0^{mgr},2$ par minute moyenne.

Pendant les 2 heures suivantes, $0^{mgr},08$ par minute moyenne.

---

[1] Par une coïncidence numérique fortuite.

Pendant les 2 heures suivantes, $0^{mgr},05$ par minute moyenne.

Pendant les 2 heures suivantes, $0^{mgr},02$ par minute moyenne.

En fait, les poids absolus obtenus sont voisins de ceux de l'expérience (10); mais ils représentent une fraction moindre du total : [$0^{gr},053$ dans l'expérience (8), au lieu de $0^{gr},038$, dans l'expérience (10)].

L'action paraît donc plus lente, en présence d'un excès d'azote, pour une même tension relative de la fraction combinable.

Cependant les vitesses n'ont pas été réduites à moitié environ; comme il semble qu'il aurait dû résulter de la condensation propre du mélange transformable, dilué à peu près à la moitié de la condensation réalisée en l'absence d'un excès d'azote. Il semble donc, que les conditions des expériences actuelles autoriseraient à admettre que l'excès d'azote a une certaine influence favorable : ce qui serait conforme aux lois connues de la combinaison chimique, telle que je l'ai observée dans l'étude des réactions éthérées. Mais les conditions actuelles sont trop complexes pour autoriser une conclusion définitive.

III. Thermochimie.

La réaction fondamentale définie plus haut

$$Az^2 + O^5 + H^2O + Aq = 2\,Az\,O^3H \text{ étendu}$$

est exothermique et dégage $+\ 28^{Cal},6$ [1].

La réaction théorique entre corps gazeux

$$Az^2 + O^5 + H^2O \text{ gaz} = 2AzO^3H \text{ gaz}$$

dégagerait $+\ 9^{Cal},4$, si l'on admettait que les hydrates d'acide azotique gazeux, susceptibles de se former en présence d'un excès de vapeur d'eau et de subsister dans cet état, fussent entièrement dissociés dans l'état gazeux; hypothèse qui peut être contestée. Quoi qu'il en soit, on voit que la formation de l'acide azotique demeurerait en tous cas exothermique.

Il résulte de là que l'effluve joue surtout dans la formation directe de l'acide azotique, à la température ordinaire, le rôle de déterminant ou catalysateur, (dans le langage actuel); sans fournir une énergie consommée au cours de l'accomplissement de la combinaison.

Or il en est tout autrement de la combinaison directe de l'azote et de l'oxygène par l'arc ou par l'étincelle électrique, soit avec production de

[1] *Thermochimie. Données et lois numériques*, t. II, p. 106.

bioxyde d'azote :

$$2\,Az + 2O = 2\,AzO, \text{ absorberait à froid } -43^{Cal},2;$$

soit avec production de gaz hypoazotique :

$$2\,Az + 2\,O^2 = 2\,AzO^2, \text{ absorberait } -18^{Cal},5 \text{ vers } 200°,$$

AzO^2 étant formé seul;
ou bien, à froid, $-3^{Cal},4$;
cette dernière température donnant naissance à un mélange de deux composés inégalement condensés, tels que

$$AzO^2 + \frac{1}{2}\,Az^2O^4;$$

La réaction serait donc toujours endothermique au voisinage de la température ordinaire.

Quant à ce qui se passe réellement aux températures de l'arc ou de l'étincelle, il n'est pas possible de l'évaluer avec certitude, parce que nous ignorons quelles seraient les valeurs des chaleurs spécifiques des gaz simples ou composés à ces températures. Si l'on se conforme aux analogies, tirées de la connaissance générale des relations constatées entre les chaleurs spécifiques des gaz simples et celles des gaz composés, il semble que la chaleur absorbée dans la formation des oxydes de l'azote par leurs éléments doit croître en valeur absolue avec l'élévation de la température. Il est donc probable que cette formation, telle qu'elle est réalisée en fait par l'étincelle ou l'arc électrique, demeure endothermique : étant accomplie par le concours des énergies électriques, étrangères au système atomique de ces éléments libres. Son caractère paraît dès lors essentiellement différent de celui de la formation de l'acide azotique par l'effluve, telle qu'elle est étudiée dans le présent mémoire.

Il en est de même de la formation des oxydes de l'azote, simultanée avec la combustion du carbone, du soufre ou de l'hydrogène ; la réaction totale résultant de ces combustions et de la formation accessoire de petites quantités d'oxydes d'azote. Dès lors ce sont ces dernières combustions qui fourniraient l'énergie consommée dans la dernière formation.

Le mot même de *combustion*, appliqué à l'oxydation de l'azote par l'électricité, est équivoque ; car cette oxydation, accomplie par une énergie étrangère et extérieure au système atomique avec absorption de chaleur, n'est nullement assimilable à la combustion fondamentale du carbone, du soufre ou de l'hydrogène. Je ne saurais trop insister, au point de vue de la mécanique

chimique, sur cette différence essentielle qui existe entre la synthèse directe de l'acide azotique, opérée à basse température, et la formation des oxydes de l'azote aux températures élevées, avec ou sans concours de l'électricité.

ASTRONOMIE. — *Application du téléphone et de l'Astrolabe Claude-Driencourt à la détermination de la longitude de Brest.* Note de M. **E. Guyou.**

Il y a un an environ [1], en informant l'Académie de la création, à l'Observatoire du Bureau des Longitudes, d'un service de distribution de l'heure précise par le téléphone, j'appelais l'attention sur le parti que l'on pourrait tirer de ce nouveau mode de transmission de l'heure pour les déterminations de longitudes.

Une première application vient d'en être faite, par le même Observatoire, avec le concours d'ingénieurs et d'officiers de la Marine et du Service géographique de l'Armée, à une nouvelle détermination de la longitude de Brest.

On a employé, pour les transmissions d'heures, deux chronomètres battant la demi-seconde et réglés, l'un sur le temps moyen, l'autre sur le temps sidéral, pour permettre l'application de la méthode des coïncidences. Sur la glace même de chacun des deux instruments était placé un microphone Hughes intercalé dans le primaire d'une bobine d'induction dont les extrémités du secondaire étaient rattachées aux bornes de la ligne téléphonique. Grâce à cette disposition, les observateurs des deux stations pouvaient percevoir les battements des deux chronomètres en conservant la faculté de communiquer verbalement. Une résistance variable introduite dans le primaire de la station où l'on voulait effectuer les comparaisons permettait à l'observateur d'égaliser les battements de son instrument avec ceux de l'instrument de l'autre station.

L'observateur entendait ainsi les deux battements de la même oreille et avec la même intensité; il pouvait, par suite, saisir les coïncidences avec une précision beaucoup plus grande qu'en comparant les battements reçus par le téléphone dans une oreille avec ceux perçus directement par l'autre.

Deux observateurs munis de récepteurs opéraient dans chaque station; ceux de Paris prenaient d'abord une comparaison de leur chronomètre avec celui de Brest. Ceux de Brest faisaient ensuite la comparaison inverse.

---

(1) *Comptes rendus*, 29 mai 1905.

Enfin les observateurs de Paris recommençaient l'opération de manière à intercaler les résultats de Brest entre ceux de Paris afin de permettre de ramener, par interpolation, les comparaisons de Paris à l'instant de celles de Brest sans recourir à d'autres données. Les intervalles entre les deux comparaisons de Paris ont varié de 12 à 40 minutes.

Les tableaux I et II ci-après contiennent les résultats des transmissions effectuées du 11 au 17 avril inclus ; le 14 et le 15 avril, les observateurs n'ont pas pu obtenir la communication. Pour plus de simplicité, on a supprimé des valeurs des comparaisons le nombre des heures, minutes et secondes.

Chaque observateur prenait deux et quelquefois trois coïncidences successives, c'est-à-dire séparées par un intervalle d'environ trois minutes.

Les nombres inscrits au Tableau I, pour chaque observateur, sont les moyennes des résultats ainsi obtenus ; les écarts entre ces moyennes et les résultats isolés n'ont pas dépassé 9 millièmes de seconde. Les lettres P et B inscrites à côté des dates indiquent les stations d'où ont été prises les comparaisons portées sur les lignes correspondantes. Les comparaisons inscrites sur la même ligne peuvent être considérées comme simultanées.

TABLEAU I

ACCORD DES COMPARAISONS PRISES PAR DEUX OBSERVATEURS DIFFÉRENTS DANS LA MÊME STATION

DATES		OBSERVATEURS					DIFFÉRENCES
		M. DRIENCOURT	M. CLAUDE	M. PERRET	M. LAMOTTE	M. COT	
Avril 11	P.			0s,022		0,022	0s,000
	B.	»	0s,054		0s,043		+ 0,011
	P.			0,056		0,054	+ 0,002
Avril 12	P.		0,011	0,017			— 0,006
	B.	0s,013			0,020	»	— 0,007
	P.		0,021	0,025			— 0,004
Avril 13	P.		0,012	0,015			— 0,003
	B.	0,035			0,040	»	— 0,005
	P.		0,060	0,055			+ 0,005
Avril 16	P.		0,012	0,011			+ 0,001
	B.	0,023			0,017	»	+ 0,006
	P.		0,036	0,029			+ 0,007
Avril 17	P.		0,009	0,021			— 0,012
	B.	0,035			0,030	»	+ 0,005
	P.		0,051	0,053			— 0,002

Sur le Tableau II, en regard des comparaisons de Brest relevées sur le Tableau I, ont été inscrits les résultats obtenus en ramenant celles de Paris au même instant; les interpolations ont été faites au moyen de graphiques à grande échelle.

TABLEAU II

ACCORD DES COMPARAISONS PRISES AUX DEUX STATIONS ET RAMENÉES AU MÊME INSTANT

DATES	COMPARAISONS de Brest.	MOYENNES de Brest.	COMPARAISONS de Paris ramenées à l'instant de celles de Brest.	MOYENNES de Paris.	MOYENNES de Brest moins moyennes de Paris.
Avril 11	0s,054 0,043	0s,049	0s,041 0,039	0s,040	+ 0s,009
Avril 12	0,020 0,013	0,017	0,022 0,017	0,020	— 0,003
Avril 13	0,040 0,035	0,038	0,036 0,035	0,036	+ 0,002
Avril 16	0,023 0,017	0,020	0,028 0,023	0,026	— 0,006
Avril 17	0,035 0,030	0,033	0,040 0,034	0,037	— 0,004

Le tableau I montre : 1° que les écarts entre les comparaisons obtenues au même lieu par deux observations différentes sont généralement inférieurs à un centième de seconde ; 2° que ces écarts sont indifféremment positifs et négatifs et que, par suite, il n'intervient aucune erreur personnelle appréciable.

On voit, d'autre part, sur le tableau II, que les résultats obtenus aux deux stations offrent le même accord que ceux d'une même station. On peut conclure de là que, au degré de précision dont la méthode est susceptible, la durée de la transmission des battements de Paris à Brest est négligeable. On aurait pu, par suite, se dispenser de faire les comparaisons dans les deux sens.

Cet ensemble de résultats montre que la nouvelle méthode permet d'effectuer les transmissions d'heure à moins d'un centième de seconde ; elle n'exige d'ailleurs que des appareils et des opérations très simples. Elle est donc aussi remarquable par sa précision que par la commodité de son emploi, et sera sans doute substituée d'une manière générale à la méthode télégraphique pour toutes les déterminations de longitudes auxquelles elle sera applicable.

L'opération que vient d'effectuer l'Observatoire astronomique de Montsouris est encore intéressante à cet autre point de vue que, pour la détermination du temps local, on a employé des Astrolabes Claude-Driencourt au lieu d'instruments méridiens. Une application analogue de l'Astrolabe a déjà été faite avec succès dans une campagne hydrographique à Madagascar [1] par deux des observateurs qui ont participé à la nouvelle opération. Il y a lieu d'espérer que les résultats obtenus cette fois seront au moins aussi satisfaisants, car les observateurs ont pu opérer dans des conditions matérielles meilleures, et avec des instruments perfectionnés d'une plus grande puissance. Les Astrolabes employés ont été construits par M. Jobin; ils comportent un grossissement de 80, correspondant à un grossissement double, c'est-à-dire de 160, pour les vitesses relatives des images des étoiles.

Les résultats des déterminations du temps local et de la latitude seront communiqués à l'Académie dès que les calculs seront terminés.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'oxyde de carbone, au rouge, sur la vapeur d'eau, et de l'hydrogène sur l'acide carbonique. Application des ces réactions à l'étude des phénomènes volcaniques.* Note de M. **Armand Gautier**.

Les réactions élémentaires qui se produisent dans les profondeurs du globe, réactions d'où résultent en particulier la formation des roches primitives et les phénomènes volcaniques, me semblent pouvoir être soumises au contrôle expérimental. L'échauffement, quelle qu'en soit la cause, des matériaux qui sortent des volcans sous forme de laves fondues est une première indication qui permet d'aborder directement ce problème. Que se passe-t-il lorsque les substances rocheuses sont portées à une haute température? J'ai établi, en 1901, que chauffées au rouge, les poudres des roches primitives (granit, porphyres, ophites, gneiss, etc...) préalablement desséchées à 200°, perdent encore une notable quantité d'eau de combinaison (de 0,8 à 2 p. 100), eau qui ne s'échappe qu'à haute température [2]. Aussitôt libre, cette eau réagissant sur les matériaux mêmes des roches qui l'ont fournie, donne naissance à une quantité très notable de gaz

[1] *Comptes rendus* du 30 janvier et du 6 mars 1905.
[2] *Comptes rendus*, t CXXXII, p. 60 et 189.

ayant la composition ordinaire des gaz volcaniques : Ils sont formés principalement d'acide carbonique, d'oxyde de carbone, d'hydrogène, d'azote, accompagnés d'un peu de méthane, avec une trace de matière goudroneuse, quelquefois d'hydrogène sulfuré et de traces d'ammoniaque.

Que telle soit l'origine de la totalité des gaz émis par les volcans, ou, comme je le pense, qu'à ces gaz dus à l'échauffement des roches primitives par les laves incandescentes qui pénètrent sous haute pression dans toutes leurs fissures, il vienne s'ajouter en quantités variables d'autres matériaux gazeux dégagés du noyau du globe (oxyde de carbone, hydrogène, azote...), il est certain que ces gaz et vapeurs, à cette température élevée, réagissent entre eux et sur les principes des roches ambiantes. Je me suis proposé donc d'étudier séparément les réactions mutuelles qui se produisent entre ces divers gaz et les matériaux rocheux. Elles vont nous permettre d'éclairer d'un jour nouveau bien des détails de phénomènes volcaniques et la genèse des eaux thermales elle-même.

Je me bornerai à examiner dans cette Note comment se comporte au rouge la vapeur d'eau en présence de l'oxyde de carbone et, inversement l'action des corps qui se forment dans cette réaction.

Action de l'oxyde de carbone sur la vapeur d'eau au rouge. — Déjà, en 1888, M. Maquenne s'est demandé, au point de vue thermique, si l'oxyde de carbone pouvait décomposer l'eau. Il observa cette décomposition au rouge et même au-dessous. Il ne chercha pas si cette action se limite par les réactions inverses des produits qui se forment (¹).

Quand on fait passer au rouge vif (1200 à 1250°, température de fusion des laves) un mélange d'oxyde de carbone et de vapeur d'eau, avec excès variable de cette dernière, l'hydrogène de l'eau est mis en liberté avec formation d'un volume presque égal, quoique toujours un peu plus faible, d'acide carbonique. La réaction se poursuit à travers le tube de porcelaine incandescent, jusqu'à ce que le volume d'hydrogène produit soit environ le double de celui de l'oxyde de carbone en présence (²). Voici, comme preuve de ce fait, quelques analyses des gaz obtenus :

(¹) *Bulletin Soc. chim.*, t. XXXIX, p. 308.

(²) Je me suis assuré que dans ces conditions, les tubes de porcelaine Berlin, doublement vernissés, ne laissaient pénétrer aucun gaz de foyer.

Gaz résultant de l'action de l'oxyde de carbone sur la vapeur d'eau à 1200°-1250°.

	Commencement.	Fin.	Autre expérience.
CO^2	34,13	36,63	37,88
H	38,31	39,80	38,89
CO	20,30	21,60	22,47
Azote de l'air	7,26	1,05	0,75

Ces nombres conduisent à l'équation :

$$3CO + 2H^2O = \underset{4\text{ vol.}}{2CO^2} + \underset{4\text{ vol.}}{2H^2} + \underset{2\text{ vol.}}{CO} \quad \text{(A)}$$

Cette équation ne varie pas sensiblement si l'on fait varier la quantité d'eau introduite, pourvue qu'elle soit en excès; elle peut même être en grand excès.

J'ai soigneusement constaté que l'eau recueillie ne contient pas d'aldéhyde formique, même un demi-millionnième. Elle a une très légère odeur empyreumatique, est à peine acidule, réduit très faiblement à chaud le nitrate d'argent en liqueur acidifiée et colore en jaune rougeâtre, après neutralisation très exacte, les sels ferriques étendus. Elle semble donc contenir une trace d'acide formique [1].

Action de l'hydrogène, au rouge, sur l'acide carbonique. — Les faits qui précèdent montrent que la réduction de l'eau par l'oxyde de carbone s'arrête dès que le volume de l'hydrogène produit est égal au double de celui de l'oxyde de carbone. C'est que l'hydrogène tend, ainsi qu'on va le voir, à réduire l'acide carbonique qui se forme en même temps que lui et à reproduire inversement de l'oxyde de carbone ; cette nouvelle réaction ne s'arrête que lorsque le volume de ce dernier est devenu moitié de celui de l'hydrogène.

Pour le démontrer, j'ai fait passer dans un tube de porcelaine chauffé au rouge blanc (1300° environ) un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène secs, à volumes à peu près égaux, après avoir fait au préalable le vide dans tout l'appareil. On recueille bientôt

(1) M. Maquenne (*loc. cit.*) a établi que, lorsqu'on chauffe en tubes scellés à 250-300° l'oxyde de carbone en présence de l'eau, et mieux encore si l'on fait intervenir les corps poreux tels que la mousse de platine, l'oxyde de carbone s'unit en partie à l'eau et donne de l'acide formique. Cette réaction se produit donc depuis la température de 250° jusqu'au rouge vif. La production d'acide formique se réalise certainement au cours des phénomènes volcaniques, partout où l'oxyde de carbone rencontre la vapeur d'eau aux environs du rouge naissant. Ceci explique que M. Fouqué ait trouvé des traces de cet acide dans les gaz volcaniques du Santorin, et qu'on l'ait signalé dans quelques eaux thermales (Brükenaü en Bavière, Prinzhofen, Marienbad).

ainsi une quantité d'eau notable. Elle a été de plus de 5 grammes dans une de mes expériences. Après avoir été privés d'eau à la sortie du tube au rouge, les gaz passaient dans un barboteur à potasse pour arrêter l'acide carbonique introduit. Ainsi privés de ce dernier gaz, ils avaient la composition suivante :

$$\begin{aligned} CO &= 31{,}20 \\ H &= 66{,}62 \\ Az\ (\text{de l'air}) &= 1{,}53 \end{aligned}$$

On voit : 1° que l'hydrogène réduit bien réellement à haute température l'acide carbonique pour former de l'eau [1]; 2° que de même que dans le cas où l'on fait agir l'oxyde de carbone sur la vapeur d'eau, la réaction se limite aussitôt que le volume d'oxyde de carbone produit est égal à la moitié environ du volume de l'hydrogène présent. C'est ce qu'exprime l'équation :

$$CO^2 + 3H^2 = \underset{2\text{ vol.}}{CO} + H^2O + \underset{4\text{ vol.}}{2H^2}. \qquad (B)$$

L'équation (A) ci-dessus montre que la réaction de l'oxyde de carbone sur la vapeur d'eau s'arrête aussitôt que le volume de l'hydrogène formé est égal au double de celui de l'oxyde de carbone régissant, moitié lui-même de celui de l'acide carbonique. Par conséquent dans l'équation (B) où ces mêmes corps, vapeur d'eau, hydrogène, oxyde de carbone et acide carbonique sont en présence, nous devons admettre, d'après l'équation (A), qu'au moment de l'équilibre, le volume de l'acide carbonique était devenu égal à celui de l'hydrogène. Il suffit pour tenir compte de cette condition d'ajouter $2CO^2$ aux deux membres de cette équation (B) qui devient alors :

$$3CO^2 + 3H^2O = CO + H^2O + 2H^2 + 2CO^2 \qquad (C)$$

Ces mêmes conditions d'équilibre, en tenant compte de la vapeur d'eau, seront introduites dans l'équation (A) en ajoutant H^2O à ses deux membres. Cette équation devient ainsi :

$$3CO + 3H^2O = \underset{2\text{ vol.}}{CO} + \underset{2\text{ vol.}}{H^2O} + \underset{4\text{ vol.}}{2H^2} + \underset{4\text{ vol.}}{2CO^2}. \qquad (D)$$

---

[1] Cette réduction de l'acide carbonique par l'hydrogène aux hautes températures citée déjà dans le vieil ouvrage de Gmelin-Kraut (t. I, p. 2 et 78), avait été souvent niée depuis, en particulier par Pistor et Naumann qui, au-dessus de 600°, n'ont pas trouvé d'oxyde de carbone formé par action de l'hydrogène sur l'acide carbonique au rouge (*Deuts. chem. Gesell.*, t. XVIII, p. 2724). Ces auteurs font observer toutefois que, contrairement à leurs expériences, Traube a trouvé de l'oxyde de carbone dans un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène où il faisait éclater une série d'étincelles électriques, alors, disent-ils, que l'inverse ne se produit pas, l'oxyde de carbone humide ne donnant pas d'acide carbonique dans ces conditions. (Voir *Berichte*, t. XVIII, 1885, p. 1891.

Les deux équations (C) et (D) montrent que le système

$$\underset{2\text{ vol.}}{CO} + \underset{2\text{ vol.}}{H^2O} + \underset{4\text{ vol.}}{2H^2} + \underset{4\text{ vol.}}{2CO^2}$$

où la somme des volumes des gaz réducteurs est la même que celle des gaz oxydants, est celui vers lequel tendent au rouge les mélanges d'oxyde de carbone, de vapeur d'eau, d'acide carbonique et d'hydrogène, soit que l'on parte du système complexe de ces quatre gaz réunis en proportions variables, soit que l'on soit en présence des mélanges plus simples, *oxyde de carbone* et *vapeur d'eau* ou *acide carbonique* et *hydrogène*.

Ces remarques éclairent certains points des phénomènes volcaniques. On vient de voir qu'elles expliquent l'existence de l'acide formique dans les gaz éruptifs et dans quelques eaux de même origine. Elles font aussi comprendre pourquoi l'oxyde de carbone, l'acide carbonique, l'hydrogène et la vapeur d'eau s'accompagnent toujours dans les produits gazeux des volcans. Il suffit pour cela que la vapeur d'eau émise par les roches et l'oxyde de carbone issu des réactions du feu central se rencontrent au rouge; il suffit aussi que l'acide carbonique et l'hydrogène qui s'exhalent des profondeurs arrivent à une température un peu élevée. Mais ici intervient un autre facteur : la présence dans les roches où se passent ces réactions des sels ferreux que la vapeur d'eau tend à décomposer, comme je l'ai établi, en donnant des peroxydes et de l'hydrogène [1]. Entre les gaz ainsi formés, ceux qui proviennent du noyau central et ceux que dégagent les roches aussitôt que, grâce à l'élévation de la température ambiante, leur eau de constitution est mise en liberté, il tend à s'établir des réactions réciproques et limitatives telles que partout où l'hydrogène sera en excès, il réduira les peroxydes à l'état de protoxyde ou de métal et, agissant sur l'acide carbonique lui-même, il donnera de l'eau et de l'oxyde de carbone ; et réciproquement, cette eau, dès qu'elle devient prépondérante, transforme au rouge, les protoxydes en peroxydes ou oxydes salins, les silicates ferreux en silicates ferriques, et l'oxyde de carbone en acide carbonique.

Si, comme je pense pouvoir le démontrer, l'émission d'oxyde de carbone et d'hydrogène venus des profondeurs du globe est un phénomène géologique continu, la réaction de ces deux corps sur les oxydes réductibles et sur leurs silicates, explique la production incessante d'acide carbonique

---

[1] *Comptes rendus*, t. XXXII, p. 52 et 189.

et de vapeur d'eau qui s'échappent avec l'hydrogène et l'azote par toutes les fissures des strates terrestres et par la bouche des volcans; elle explique la genèse même de l'eau des sources thermales, de celles au moins à débit constant et à température élevée.

L'action de la vapeur d'eau sur les sulfures, et réciproquement de l'hydrogène sulfuré sur les oxydes, mérite une analyse approfondie. Elle nous a conduit à des résultats fort imprévus que nous ferons bientôt connaître.

Sur quelques nouvelles propriétés de l'extrait de malt. Note de MM. L. Maquenne et Eugène Roux.

I. *Autoexcitation du malt.* — En signalant les changements spontanés de réaction qui s'observent dans les moûts, nous avons récemment fait remarquer que ces modifications, attribuables au jeu des diastases protéolytiques, doivent avoir pour conséquence nécessaire une véritable autoexcitation de l'amylase qui les accompagne [1]. C'est ce qu'il est facile d'établir en déterminant les variations d'énergie que subit un extrait de malt conservé aseptiquement sous différentes conditions.

Les observations qui suivent ont porté chacune sur 50^{cc} d'empois de fécule à 2 p. 100, saccharifiés pendant 24^{h} à $50°$ par 5^{cc} d'extrait de malt à 10 p. 100. L'infusion du malt a dans tous les cas duré exactement 1^{h} et les extraits ont été mis en expérience juste $1^{h}1/2$ après le début de leur préparation. On les a alors conservés en vases clos et en présence de toluène, à 56° (série I), à 50° (série II), enfin à la température ordinaire (15-20°, série III), pour mesurer leur activité à différents âges.

Dans la série IV on a recherché si l'autoexcitation se produit encore dans un malt activé artificiellement; pour cela l'extrait a été maintenu à 50° après demi-saturation (25^{cc} d'acide $\frac{N}{20}$ par litre) et on l'a fait agir sur de l'empois exactement saturé d'avance, de manière à réaliser les conditions reconnues par nous les plus favorables à la saccharification.

Le tableau suivant indique la quantité de maltose anhydre fourni par 100 parties de fécule supposée sèche.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1059. Dans cette note il s'est glissé quelques fautes d'impression qui peuvent en rendre la lecture difficile : page 1062, lignes 3, 4 et 13, en remontant, il faut lire *amylose* et *amylose pure* au lieu de *amylase* et *amylase pure*.

AGE DE L'EXTRAIT	MALT CONSERVÉ A 56° (I).	50°(II).	15°(III).	50°(IV).
0	89,9	89,9	89,9	97,6
2 heures	90,9	90,6	90,6	97,0
5 —	91,3	91,7	91,2	»
9 —	90,2	93,0	91,5	96,1
15 —	89,4	94,3	92,7	96,3
24 —	90,3	94,1	93,6	94,1
32 —	85,1	94,1	94,3	93,1
48 —	73,0	94,3	95,6	90,2
72 —	57,8	94,1	96,7	85,9
96 —	50,0	93,9	97,1	79,8

Toutes les fois que le malt est conservé sans addition d'acide on voit son activité croître en même temps que son âge. A 56° cette activité, après avoir atteint un maximum au bout de 5^h, diminue rapidement; elle reste longtemps fixe à 50°, température à laquelle l'amylase résiste mieux; elle augmente régulièrement à la température ordinaire jusqu'à atteindre et même dépasser celle d'un malt frais partiellement saturé, car, après sept jours de conservation, le malt III nous a fourni 100,7 p. 100 de maltose en milieu normal et 103,4 p. 100 en milieu d'alcalinité optima; ce sont là des quantités que nous n'avions encore pu obtenir en aucune circonstance dans une saccharification de 24^h.

Dans la série IV l'accroissement n'a plus lieu parce que le mélange a été amené dès le début à l'optimum et qu'alors l'action destructive de l'acide, signalée par nous dans notre dernière communication, l'emporte sur l'action accélératrice du temps. Il est remarquable que les changements qui s'accusent dans cette série sont exactement l'inverse de ceux qui s'observent dans la série III.

Il résulte de là que l'excitation provoquée par une dose convenable d'acide, ajoutée au moût dans les rapports que nous avons fait connaître antérieurement, n'est qu'un cas particulier d'un phénomène beaucoup plus général et qu'elle se réduit à hâter l'établissement d'un état d'équilibre vers lequel le malt tend de lui-même à la suite d'un long repos. Il est donc avantageux, lorsqu'on cherche à obtenir le maximum de rendement en maltose, d'employer un extrait de malt d'abord vieilli, à froid, puis amené à la réaction optima.

On savait déjà qu'une infusion de malt longtemps prolongée est plus efficace qu'une infusion faite rapidement et on attribuait la différence à la

lenteur de dissolution de l'amylase; nos expériences montrent que, le même effet se produisant même après filtration, cette différence tient surtout aux modifications spontanées des substances dissoutes, en particulier des zymogènes solubles qui se transforment lentement en matières actives. Il y a là une nouvelle variable dont il faudra désormais tenir compte dans l'étude de la saccharification comparée; son existence montre une fois de plus combien il faut être circonspect dans la recherche des lois qui président à l'action de l'amylase sur l'empois d'amidon.

Les extraits de malt que l'on maintient pendant plusieurs jours à 50° déposent un abondant coagulum de matières albuminoïdes, et, après filtration, ne se troublent plus qu'à peine quand on les fait bouillir; leur activité étant néanmoins plus grande il en faut conclure que, contrairement à l'opinion émise par la plupart des auteurs, la coagulation du malt n'entraîne pas nécessairement l'insolubilisation de l'amylase qu'il renferme, non plus que sa dégénérescence; ajoutons que l'emploi d'un pareil liquide filtré peut rendre des services lorsqu'on se propose de réaliser des saccharifications limpides à haute température.

II. *De l'optimum chez les malts autoexcités.* — Nous venons de voir qu'un extrait de malt conservé pendant une semaine à froid est encore sensible à la saturation partielle et qu'il peut ainsi fournir en 24^h 103 parties de maltose pour 100 d'amidon réel, alors qu'il n'en fournissait que 100 à l'état normal; les expériences qui suivent ont eu pour objet de déterminer la valeur exacte de l'alcalinité optima correspondante à des extraits conservés sans addition. Elles ont été exécutées comme les précédentes, sauf qu'au moment de la mise en route des saccharifications on a ajouté aux moûts des quantités connues de carbonate de potassium ou d'acide sulfurique, en solution au vingtième normale; leur durée a été uniformément de 24^h.

Alcalinité initiale en milligr. de KOH par litre	46	38	30	23	15	8	0
Maltose produit en 24^h à 50° p. 100 de fécule sèche. Malt frais :	89,2	89,3	89,2	91,3	95,2	99,1	95,7
Malt conservé 24^h à 50° :	93,9	94,5	95,0	95,5	97,4	98,2	92,4
Malt conservé 48^h à 50° :	94,5	95,0	95,0	96,1	97,2	97,4	93,4
Malt conservé 72^h à 50° :	92,9	94,5	94,8	95,0	96,1	96,4	88,2

L'autoexcitation du malt apparaît encore ici avec évidence, mais seulement dans les cas où l'excitation provoquée n'a pas atteint une certaine valeur limite, à partir de laquelle la conservation préalable du malt à 50° se montre nettement désavantageuse. La chaleur a pour effet de détruire en partie la substance zymogène sur laquelle l'acide sulfurique exerce son action, en sorte que, par rapport à la production du maltose, l'extrait de malt conservé à chaud est sensiblement inférieur à celui qui a été conservé à froid. Notons cependant que, après 72^h de chauffe à 50°, un pareil extrait donne encore plus de maltose en réaction optima (96,4) qu'il n'en donnait à l'origine en milieu normal (91,3).

Il est clair d'ailleurs que l'excitation provoquée par l'acide sulfurique doit être moins efficace sur un malt déjà autoexcité que sur un malt frais, puisque les deux effets réunis tendent vers une limite fixe, qui est la transformation intégrale de l'amidon en maltose.

Dans tous les cas, même avec des malts commençant à s'atténuer d'une manière sensible, la position de l'optimum reste la même, correspondant toujours à une alcalinité d'environ 8 mgr de potasse réelle par litre de moût à 2 p. 100. La règle que nous avons énoncée à ce sujet est donc générale, et applicable aux malts vieillis aussi bien qu'aux malts frais.

Examinons maintenant les conséquences qui découlent de ces nouvelles observations au point de vue de la composition du malt et de celle de l'empois.

III. L'*autoexcitation du malt dans ses rapports avec l'amylopectine*. — L'autoexcitation du malt est, comme on l'a vu plus haut, un phénomène lent, qui offre exactement la même allure que la seconde phase de toute saccharification normale. Il est par suite naturel de supposer que ces deux manifestations de l'action diastasique ont entre elles une relation de cause à effet, c'est-à-dire que cette seconde phase de la saccharification de l'empois a pour unique origine l'excitation simultanée du malt, d'où il suit que sans cette excitation la courbe représentative de la saccharification se réduirait à sa première branche et n'atteindrait par conséquent que les 0,80 ou 0,85 de l'amidon employé : c'est le chiffre que les anciens auteurs assignaient comme limite à l'attaque, précisément à cause de la différence énorme des vitesses qui caractérisent ces deux phases et de la rapidité avec laquelle la seconde succède à la première.

Si l'on admet cette manière de voir il en résulte fatalement que la subs-

tance qui se change en maltose pendant la seconde partie de la saccharification est inattaquable par les diastases du malt frais; cette substance, différente donc de l'amylose proprement dite et vraisemblablement identique à notre amylopectine, ne serait en outre saccharifiable que par un enzyme spécial, n'existant pas dans le malt frais ou ne s'y trouvant qu'en très faible proportion, mais susceptible de s'y développer à la suite de son excitation, naturelle ou provoquée.

En un mot, l'accroissement d'activité du malt qui se manifeste lentement sous l'influence de la conservation ou instantanément sous l'influence d'une saturation partielle ne serait pas dû à une simple augmentation de la quantité d'amylase préexistant dans le malt, mais à l'apparition d'une diastase nouvelle, seule capable de maltosifier l'amylopectine.

Ces considérations, bien que subordonnées à une hypothèse actuellement indémontrable, mais d'ailleurs fort plausible, nous paraissent de nature à appuyer sérieusement les théories que nous avons émises sur la composition probable de l'empois; elles ont au moins l'avantage d'être les seules capables d'interpréter les phénomènes que nous avons découverts et d'en établir la liaison avec ceux que l'on connaissait avant nous.

IV. *Origine des dextrines de saccharification.* — D'après ce qui précède, l'amylopectine, liquéfiée dès son premier contact avec l'amylase, serait la principale cause du ralentissement des saccharifications, ralentissement que l'on attribue d'ordinaire à la présence de certaines dextrines difficilement attaquables.

Ces dextrines résulteraient donc surtout de la liquéfaction de l'amylopectine, plus ou moins dégradée suivant l'état d'avancement de son hydrolyse.

S'il en est ainsi on n'en doit plus trouver dans les produits de la saccharification d'amyloses purifiées; c'est en effet ce qui a lieu et ce que montre le tableau suivant, relatif à la saccharification comparée d'un empois de fécule et d'une solution d'amylose, l'un et l'autre à 2 p. 100.

	Maltose p. 100 de fécule.	Maltose p. 100 d'amylose.		Maltose p. 100 de fécule.	Maltose p. 100 d'amylose.
Après 5 minutes	66,7	94,4	Après 1h,30	»	100,0
— 15 —	74,9	98,1	— 2 heures	81,1	100,1
— 30 —	76,9	99,7	— 2h,30	»	100,0
— 45 —	»	99,6	— 3 heures	82,0	101,4
— 1 heure	79,0	99,7	— 28 —	91,8	104,2

Abstraction faite de la phase lente, très atténuée d'ailleurs, qui s'observe encore à la fin de l'expérience et qui peut tenir à une trace d'amylopectine retenue par l'amylose employée, on voit que la saccharification de l'amylose pure est à peu près instantanée; nous ajouterons qu'elle paraît s'effectuer sans production de dextrines résiduelles, car le liquide cesse de précipiter par l'alcool dès qu'il ne se colore plus par l'iode, ce qui arrive après 15 à 20 minutes de chauffe à 50°.

On est arrivé aux mêmes résultats avec une solution d'amylose à 6 p. 100, ce qui montre que l'effet en question est indépendant, comme il devait l'être, de la concentration des liqueurs.

Si l'on continue à admettre que le retard de l'empois sur la solution d'amylose est uniquement dû à l'amylopectine qu'il renferme, on peut, d'après les chiffres ci-dessus, estimer la proportion de cette substance à 15 ou 20 p. 100 du poids de l'amidon total, mais ce n'est là qu'une grossière approximation sur laquelle nous n'insistons pas.

Conclusions. — 1° L'activité d'un extrait de malt, préparé rapidement à froid, augmente par le repos, à la suite d'une autoexcitation qui paraît être en rapport avec sa protéolyse.

L'influence avantageuse qu'exercent les acides sur le malt tient à ce qu'ils favorisent l'établissement de ce nouvel état d'équilibre.

2° La réaction alcaline que nous avons appelée *optima*, au double point de vue de la vitesse de saccharification et de la quantité de maltose produite, est la même pour les malts frais et les malts déjà excités ou affaiblis.

3° Dans la saccharification normale de l'empois les choses se passent comme si l'amylopectine était attaquée seulement par une diastase sécrétée au cours de l'autoexcitation du malt.

4° La transformation de l'amylose pure en maltose étant extrêmement rapide, les dextrines résiduelles de la saccharification ordinaire paraissent provenir exclusivement de l'amylopectine, déjà liquéfiée, mais non encore saccharifiée.

PALÉONTOLOGIE. — *Fossiles de Patagonie. Étude sur une portion du monde antarctique*, par M. **Albert Gaudry**.

Dans des séances précédentes, j'ai présenté à l'Académie des Mémoires sur la dentition et sur les attitudes de quelques-uns des animaux tertiaires de la Patagonie, dont M. André Tournouër a rapporté au Muséum de

magnifiques collections. J'ai l'honneur de lui offrir aujourd'hui un travail d'un caractère plus général; il est intitulé *Fossiles de Patagonie, Étude sur une portion du monde antarctique.*

Jusqu'à présent, malgré les recherches des plus vaillants explorateurs, nous ne savions presque rien du continent antarctique. La Patagonie va sans doute contribuer à nous en donner une idée, car les faunes terrestres, nombreuses et gigantesques, qui l'ont habitée pendant les époques éocène, miocène et pampéenne, sont inexplicables, si la Patagonie n'a pas été une portion d'un vaste continent, maintenant caché par les mers et les glaces antarctiques.

Sauf à l'âge de Casamayor et du Cerro Negro, qui paraissent représenter l'aurore du Tertiaire, les Mammifères terrestres de la Patagonie sont très éloignés de ceux de l'hémisphère boréal. Tous les genres sont distincts, et la plupart le sont à tel point qu'on ne peut les faire rentrer dans les Ordres qui ont été établis pour les Mammifères de nos pays.

Non seulement les genres diffèrent, mais la marche de l'évolution n'a pas été la même. Dans mon *Essai de Paléontologie philosophique*, j'avais cherché en quoi ont consisté surtout les progrès du monde animal et j'avais considéré les progrès suivants : agrandissement du corps, multiplication des individus, différenciation des organes, augmentation de l'activité, de la sensibilité et de l'intelligence. Dans le mémoire que je présente aujourd'hui à l'Académie, je tâche de montrer qu'on ne peut constater ces progrès en Patagonie depuis l'Éocène jusqu'à la fin du Miocène. Tandis que la paléontologie de l'hémisphère boréal nous offre le spectacle d'un progrès continu, l'Amérique australe montre un arrêt de développement. A l'époque miocène, aucun animal n'y est devenu Ruminant, Pachyderme à doigts pairs, Solipède comme nos Chevaux, Proboscidien, Carnivore placentaire (Ours, Hyène, Chien, Chat), Singe anthropomorphe. Cela a duré jusqu'à l'époque actuelle; car les Mastodontes, les Chevaux, les Cerfs, les Ours, les *Machairodus*, qui ont laissé leurs débris dans les couches pampéennes à côté des descendants des animaux tertiaires de la Patagonie, s'en éloignent trop pour qu'ils en aient été des transformations; il n'est pas douteux qu'ils sont arrivés du Nord. Les faunes formées sur le sol de la Patagonie ne se sont pas laissé influencer par les nouveaux venus ; plutôt que de se modifier, plusieurs de leurs espèces sont mortes, attestant jusqu'à la fin la séparation du monde austral et du monde boréal.

Des faits analogues ont dû se passer en Australie, attendu que ses Mammifères n'ont guère dépassé les stades de nos genres éocènes. Eux aussi, quoique pour la plupart différents des types de la Patagonie, ils n'ont pas été transformés en Pachydermes à doigts pairs, en Solipèdes, en Ruminants, en Proboscidiens ; les animaux carnivores et herbivores sont restés à l'état marsupial, c'est-à-dire à l'état où sont nos placentaires dans les premières phases embryonnaires, l'allantoïde n'ayant pas eu un développement suffisant pour former un placenta ; il n'y a eu ni Hyènes, ni Ours, ni Chiens, ni Chats, ni Singes anthropomorphes.

Ainsi la surface terrestre se partagerait en deux parties : l'hémisphère boréal où le progrès s'est continué jusqu'à nos jours et où la vie s'est manifestée dans toute sa magnificence, les régions antarctiques où le monde animal a subi un arrêt de développement. Pourquoi ? Nous l'ignorons. Il y a là un nouveau problème qui se pose devant les savants voués à l'histoire de l'évolution des Etres.

Mon mémoire fait partie du nouveau recueil qui vient de paraître sous le titre d'*Annales de Paléontologie*.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'emploi des oxydes métalliques comme catalyseurs d'oxydation*. Note de MM. **PAUL SABATIER** et **ALPHONSE MAILHE** (1).

MM. Matignon et Trannoy ont publié dans les *Comptes rendus* du 28 mai 1906 une Note générale sur l'emploi des catalyseurs oxydants, où ils mentionnent la possibilité d'employer divers oxydes métalliques pour oxyder les substances organiques.

L'emploi des oxydes comme catalyseurs d'oxydation a été proposé déjà dans un grand nombre de cas. Toutefois, la publication indiquée nous oblige à dire quelques mots des recherches que nous poursuivons depuis plusieurs mois sur un sujet analogue.

Si, sur une traînée d'oxyde de cuivre, disposée dans un tube sur une grille, on dirige les vapeurs d'un carbure forménique entraînées par un courant d'oxygène, en élevant progressivement la température de l'oxyde, on voit, au-dessous de 200°, se manifester au début de la traînée d'oxyde, une incandescence qui se maintient indéfiniment quand on continue à

(1) Cette note a été déposée à la séance du 5 juin.

envoyer le mélange d'oxygène et d'hydrocarbure et on peut, sans la supprimer, cesser de chauffer le tube.

L'oxydation se produit dans les mêmes conditions avec incandescence permanente si on remplace l'oxyde de cuivre par l'oxyde de nickel, de cobalt, etc.

L'expérience réussit bien avec le méthane, ainsi qu'avec les divers carbures liquides, pentane, hexane, heptane. Le carbure forménique se trouve ainsi brûlé à peu près complètement avec production d'eau et d'anhydride carbonique : une petite portion est transformée en aldéhyde et acide forméniques correspondants, qui se condensent avec l'eau produite.

Nous continuons ce travail, en précisant les conditions du phénomène, et en étudiant particulièrement l'oxydation des hydrocarbures incomplets.

MICROBIOLOGIE. — *Production expérimentale de variétés transmissibles du bacille de la Tuberculose et de vaccins antituberculeux*, Note de M. S. **Arloing**.

I. On est bien convaincu aujourd'hui que le bacille de la tuberculose subit dans la nature des influences intra ou extraorganiques qui créent des variétés plus ou moins nombreuses et plus ou moins bien définies.

Même le bacille qui semble adapté à une espèce, le bacille humain, par exemple, présente de grands changements dans son pouvoir tuberculisant et infectant, comme je me suis efforcé de l'établir à diverses reprises depuis 1883.

Pourrait-on produire expérimentalement des variétés en partant d'un bacille donné emprunté au groupe des bacilles humains?

Sans doute, il est est possible d'obtenir des bacilles plus ou moins affaiblis par le vieillissement des cultures, par l'action de certains agents physiques et chimiques. Mais l'affaiblissement est propre aux bacilles soumis à l'influence modificatrice; il n'est pas régulièrement transmissible par voie de génération; en outre, il atteint rarement au même degré tous les bacilles que l'on se propose de modifier; de là des inégalités et des surprises lorsqu'on met les bacilles en rapport avec l'organisme vivant.

Je me suis efforcé de produire des variations transmissibles par filiation et aussi égales que possible chez tous les individus, par suite du nombre considérable des générations qui se succèdent dans une longue suite de cultures.

II. J'ai parlé pour la première fois, il y a huit ans, d'un bacille humain que j'avais habitué à végéter abondamment dans la masse d'un bouillon glycériné.

La souche de ce bacille a été empruntée à une culture sur milieu solide tout à fait caractéristique, tant au point de vue morphologique qu'au point de vue pathogénique. Par une sélection opérée parmi les cultures filles, j'ai fini par obtenir un bacille apte à vivre et à se multiplier dans la profondeur du bouillon.

Ce bacille s'est constamment entretenu dans mon laboratoire depuis 1898. On l'appelle couramment bacille tuberculeux homogène, nom assez impropre, se bornant à indiquer que ce bacille donne au bouillon où il végète un trouble uniforme.

Il a suffi qu'il s'accoutume à vivre pendant quelques générations dans ces conditions pour qu'il modifie profondément ses propriétés pathogéniques. J'ai beaucoup étudié ces propriétés seul ou en collaboration avec plusieurs de mes élèves, notamment M. Paul Courmont et MM. Fernand Arloing et Stazzi. Elles ont été publiées partiellement. Je ne les rappellerai pas toutes ici. Je parlerai simplement des remarques qui se rapportent à la production de l'immunité.

Or, ce bacille a perdu une très grande partie de son aptitude initiale à provoquer des tubercules, surtout lorsqu'il est introduit dans les veines, sous la peau ou dans les voies digestives.

A une dose déterminée, chez le veau, il provoque une réaction organique passagère, dont on peut saisir l'existence par des examens histologiques minutieux, et qui disparaît avec le temps. Bref, ce bacille réalise le desideratum exprimé à propos de la vaccination antituberculeuse, c'est-à-dire qu'il est entièrement résorbé dans l'organisme.

III. J'ai cherché ensuite si, partant de ce bacille, je ne parviendrais pas à obtenir une sous-variété transmissible aussi par voie de génération, en utilisant l'action d'une température dysgénétique sur le bacille humain. Ma tentative a été couronnée de succès.

En habituant le bacille à végéter à des températures graduellement croissantes, je suis parvenu à obtenir des cultures humaines homogènes qui se propagent à 43-44°.

Si on étudie sur le lapin le pouvoir pathogène de ces cultures comparativement à celui des cultures qui se font à 37-38°, on observe une modification considérable dont la manifestation principale consiste en une

survie de 80 à 100 jours du lapin inoculé dans le sang avec les nouveaux bacilles. L'histologie démontre aussi des différences sur lesquelles je ne puis insister aujourd'hui.

J'ai donc obtenu une seconde variété de bacille humain qui s'est fixée dès la huitième génération, dont les propriétés ressemblent, sauf l'intensité, à celles de la première.

IV. Dès 1902 et chaque année, j'ai pratiqué la vaccination antituberculeuse du veau à l'aide de ces bacilles avec autant de succès que par l'emploi des bacilles spontanément affaiblis ou affaiblis individuellement. A raison de leur mode d'obtention, de leur mode de propagation, de la modification transmissible de leur virulence, ils possèdent les caractères des vaccins tels qu'on les a conçus depuis les travaux de Pasteur sur l'atténuation du *bacillus anthracis*. Aussi, je me permets de les appeler des vaccins antituberculeux.

Je reviendrai une autre fois avec plus de détails sur leur action vaccinante.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de M. Struve.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Edmund Weiss obtient 43 voix.
M. Kapteyn — 2 —
Il y a un bulletin blanc.

M. Edmund Weiss est élu correspondant de l'Académie.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de trois candidats qui devra être présentée à M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie et du Travail pour la chaire de Géométrie descriptive vacante au Conservatoire des Arts et Métiers.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 55,

M. Maurice d'Ocagne obtient 28 voix.
M. Carlo Bourlet — 15 —
M. Lucien Lévy — 11 —
Il y a un bulletin nul.

Au deuxième tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat le nombre des votants étant 54,

M. Carlo Bourlet obtient 37 voix.
M. Lucien Lévy — 16 —
Il y a un bulletin nul.

Au troisième tour de scrutin, destiné à la désignation du troisième candidat, le nombre des votants étant 50,

M. Lucien Lévy obtient 27 voix.
Il y a 23 bulletins blancs ou nuls.

En conséquence la liste présentée à M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie et du Travail comprendra :

En première ligne, M. **Maurice d'Ocagne.**
En seconde ligne, M. **Carlo Bourlet.**
En troisième ligne, M. **Lucien Lévy.**

PLI CACHETÉ.

Sur la demande des auteurs, un pli cacheté, déposé le 16 novembre 1905, est ouvert en séance par M. le Président.

Ce pli renferme la note suivante :

Sur l'allure du bassin houiller de Sarrebrück et de son prolongement en Lorraine française, par MM. **Jules Bergeron** et **Paul Weiss**.

Le bassin houiller de Sarrebrück forme une bande orientée sensiblement N.E.-S.O. Il s'étend de Nordfeld au N. jusqu'en Lorraine française à Martincourt (Meurthe-et-Moselle) et probablement encore au delà. Le terrain houiller n'affleure que dans la partie septentrionale, entre Benbach et la vallée de la Sarre. Il est recouvert en concordance au N. par le Permien inférieur et moyen qui vient s'appuyer directement contre le versant méridional du Hunsrück constitué par le Dévonien. Vers le S. O. il disparaît sous le secondaire et n'est plus connu que par de rares exploi-

tations et surtout par des sondages, dont les plus occidentaux sont ceux de la Lorraine française. Vers le S. il est interrompu brusquement suivant une ligne fictive passant par Neunkirchen et Sarrebrück. Cet accident est considéré généralement comme dû à une faille qui mettrait le houiller en contact avec les grès bigarrés.

Le bassin houiller de Sarrebrück n'a donc pas l'allure d'une cuvette, comme c'est plus souvent le cas pour les bassins houillers.

Des études récentes nous ont permis d'expliquer cette allure. Dans la concession de Frankenholz une galerie au rocher a rencontré sous le houiller, et séparés de lui par un épais brouillage, des grès renfermant des végétaux de l'étage autunien, d'après les déterminations de M. Zeiller. Ces grès forment un anticlinal sur lequel repose le houiller de Sarrebrück. Il y a là une disposition anormale, qui se rencontre d'ailleurs en plusieurs autres points.

A Petite-Rosselle, sous les couches inférieures du houiller qui plongent vers le N., une galerie au mur a traversé un épais brouillage, puis une puissante succession de couches d'âge indéterminé, enfin la série houillère moyenne répétée deux fois avec un plongement S. Il y a là encore recouvrement, mais cette fois ce sont des couches houillères qui sont recouvertes par d'autres couches houillères plus anciennes. Il en est de même à Merlenbach (concession de Sarre-et-Moselle). Enfin, à Abaucourt (Lorraine française) un sondage a rencontré à une grande profondeur des couches stéphaniennes ou westphaliennes supérieures, tandis que les sondages d'Atton et d'Eply, situés au N. du premier, ont traversé des assises du Westphalien inférieur et moyen, les plus anciennes étant les plus rapprochées du sondage d'Abaucourt. Étant données l'allure des couches dans le bassin de Sarrebrück et les cotes relatives de ces différents étages, il semble bien que les plus anciennes aient dû recouvrir les moins anciennes.

De cette série de faits, on peut tirer la conclusion que le bassin de Sarrebrück dans toute son étendue n'est qu'une immense nappe de recouvrement. Son bord méridional correspondrait à la crête d'un anticlinal du substratum; la nappe aurait persisté sur le flanc septentrional de cet anticlinal, tandis qu'elle aurait été enlevée par érosion sur son flanc méridional.

Cette hypothèse est confirmée par un certain nombre de faits ; d'abord l'allure des couches de houille et de schistes de la nappe : elles sont plissées, laminées, étirées au voisinage du substratum à Frankenholz. Puis dans tout le bassin il y a un grand nombre de failles très longues, traversant le bassin de biais et paraissant se rattacher à l'accident qui le limite vers le Sud ; elles déterminent ainsi une série de cassures obliques

fragmentant le terrain houiller en lambeaux comme autant d'écailles.

L'âge de la poussée est donné par le fait que la nappe comprend, outre le houiller, du Permien inférieur ; d'autre part les grès bigarrés reposent indifféremment sur le Westphalien, le Stéphanien et l'Autunien. Le mouvement est donc anté-triasique. D'après M. Leppla, il y aurait eu des dislocations sur le bord septentrional du bassin à la fin de l'Autunien. Il est vraisemblable que c'est à ce moment que se serait produit le charriage.

Étant donnée la disposition du bassin, la nappe n'a pu venir que du N. O. ou du S. E. Dans la première de ces directions se trouve le Hunsrück; on ne connaît sur le bord méridional de ce massif que le Dévonien contre lequel s'appuie le Permien inférieur, sans interposition de carbonifère ; de plus, ce même Permien repose en concordance de stratification sur le houiller et a été charrié avec lui ; la nappe n'a donc pu venir du N. O. Par suite elle a dû venir du S. E. ; on connaît en effet le Carbonifère inférieur sur le versant occidental des Vosges, ce qui implique l'existence d'une dépression dans cette région au commencement de l'époque carbonifère. Il est vraisemblable qu'elle a persisté durant toute cette époque et qu'il s'y est déposé des sédiments houillers. En tous cas, la dépression qui aurait été occupée par le houiller s'est maintenue comme dépression durant le Permien et le Trias et une grande partie du Jurassique, puisque nous y trouvons les terrains correspondants.

Ces faits ont, au point de vue de la recherche de la houille en Lorraine française, une très grande importance puisqu'ils permettent d'espérer retrouver au S. de la région houillère connue, la partie du bassin d'où est venu la nappe qui correspond au bassin de Sarrebrück.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie le décès, survenu le 14 juin dernier, de M. G. Rayet, correspondant pour la Section d'Astronomie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° Le tome IV des *Annales de l'Observatoire national d'Athènes*, publiées par M. D. Eginitis, directeur de l'Observatoire.

Cet ouvrage renferme les premières séries de mesures précises des éléments de magnétisme terrestre dont la détermination a été inaugurée

en Grèce en 1900, grâce à l'initiative de M. Eginitis, et poursuivie depuis lors d'une manière systématique. On y trouve l'exposé des méthodes suivies pour donner au travail la plus grande exactitude et les résultats obtenus dans cet ordre d'idées pendant les années 1900 à 1903.

Ce volume contient en outre les observations météorologiques et séismographiques accomplies à Athènes et dans un certain nombre d'autres stations durant la même période.

2° Le tome VII de l'*Inventaire général des richesses d'art de la France, Province, Monuments civils*, publié par le ministère de l'Instruction publique.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation de certaines surfaces tétraédrales*. Note de M. **G. Tzitzéica**.

Les résultats que j'ai obtenus autrefois au sujet des surfaces tétraédrales

$$(1) \qquad Ax^{\frac{2}{3}} + By^{\frac{2}{3}} + Cz^{\frac{2}{3}} = 1$$

peuvent être complétés de la manière suivante. Posons pour un point d'une surface (1)

$$x = P^{\frac{3}{2}}, \quad y = Q^{\frac{3}{2}}, \quad z = R^{\frac{3}{2}},$$

P, Q, R étant des expressions linéaires par rapport à deux variables u et v.

L'élément linéaire de la surface aura la forme

$$(2)\ ds^2 = (au + bv + c)\,du^2 + 2\,(a_1 u + b_1 v + c_1)\,du\,dv + (a_2 u + b_2 v + c_2)\,dv^2,$$

avec les relations

$$(3) \qquad b - a_1 = o, \quad b_1 - a_2 = o.$$

Il en résulte que parmi les surfaces (1) il y en a ∞^2 applicables sur une d'entre elles. Nous trouverons plus loin la relation entre A, B, C qui caractérise un groupe de ces ∞^2 surfaces (1) applicables les unes sur les autres. Dans ce but nous simplifions l'élément linéaire (2), à l'aide des remarques suivantes :

1° A cause des relations (3) on peut écrire l'élément (2) sous la forme

$$(4) \qquad ds^2 = \frac{d^2\theta}{du^2}\,du^2 + 2\,\frac{d^2\theta}{du\,dv}\,du\,dv + \frac{d^2\theta}{dv^2}\,dv^2,$$

où $\theta\ (u,v)$ est un polynome du 3^e degré en u et v, que l'on peut arrêter aux termes du 2^e degré.

2° Pour appliquer à l'élément linéaire (4) la transformation

$$(5) \qquad u = \alpha u' + \beta v' + \gamma, \qquad v = \alpha' u' + \beta' v' + \gamma',$$

il suffit de l'appliquer à $\theta\ (u, v)$.

3° On peut à l'aide d'une transformation (5) réduire le groupe des termes du 3° degré de $\theta(u, v)$ à l'une des formes

$$\frac{1}{6}(u^3+v^3), \qquad \frac{1}{2}u^2 v, \qquad \frac{1}{6}u^3, \qquad o;$$

en choisissant convenablement γ et γ' on peut par conséquent réduire l'élément (2) ou (4) à l'une des formes

$$(7) \quad \begin{cases} ds^2 = u\,du^2 + 2c_1\,du\,dv + v\,dv^2, \\ ds^2 = u\,du^2 + 2c_1\,du\,dv + c_2\,dv^2. \end{cases}$$

$$(8) \quad \begin{cases} ds^2 = v\,du^2 + 2u\,du\,dv + c_2\,dv^2, \\ ds^2 = c\,du^2 + 2c_1\,du\,dv + c_2\,dv^2. \end{cases}$$

Comme la courbure des éléments linéaires de la dernière ligne est nulle, ce qui n'est pas le cas des surfaces (1), on conclut que ces surfaces ont un élément de la forme (7) ou (8), où $c_2 \neq o$, $c_2 \neq o$. Dans (7) la constante c_1 est essentielle, dans (8) on peut faire disparaître c_2, en posant, par exemple $u = u_1\sqrt[4]{c_2}$, $v = \frac{v_1}{\sqrt{c_2}}$. On aura donc (7) et

$$(8') \qquad ds^2 = v\,du^2 + 2u\,du\,dv + dv^2$$

comme seuls éléments linéaires qui correspondent à des surfaces (1). Pour distinguer maintenant parmi ces surfaces, celles dont l'élément linéaire réduit est (7) de celles dont l'élément peut se réduire à (8'), nous remarquons d'abord que les expressions

$$D = \begin{vmatrix} a & b & c \\ a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \end{vmatrix}, \qquad \Delta = 4\begin{vmatrix} a & b \\ a_1 & b_1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} a & b \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix}^2$$

se reproduisent, à la suite d'une transformation (5), multipliées respectivement par $(\alpha\beta' - \beta\alpha')^4$, $(\alpha\beta' - \beta\alpha')^6$; il en résulte que

$$I = \frac{\Delta^2}{D^3}$$

reste invariable pour toute transformation (5). On a pour (7), $I = -\frac{1}{c_1^3}$; pour (8'), $\Delta = o$, donc $I = o$; pour les deux $D \neq o$.

Calculons maintenant I à l'aide de A, B, C. On peut poser, par exemple, dans (1)

$$x = u^{\frac{3}{2}}, \qquad y = v^{\frac{3}{2}}, \qquad z = \left(\frac{1 - Au - Bv}{c}\right)^{\frac{3}{2}}$$

et former l'élément (2) correspondant. On trouve ainsi

$$(9) \qquad I = -\frac{4(A^6 + B^6 + C^6 - 2B^3C^3 - 2C^3A^3 - 2A^3B^3)^2}{9A^3B^3C^3}$$

Toutes les surfaces (1), pour lesquelles l'expression (9) de l'invariant I a une même valeur différente de zéro, ont un même élément réduit (7) et sont par conséquent applicables les unes sur les autres. De même, toutes

les surfaces (1) pour lesquelles on a

$$A^6 + B^6 + C^6 - 2B^3 C^3 - 2C^3 A^3 - 2A^3 B^3 = o$$

ou

$$A^{\frac{3}{2}} + B^{\frac{3}{2}} + C^{\frac{3}{2}} = o$$

ont pour élément réduit (8') et sont aussi applicables les unes sur les autres.

Ce qu'il y a d'important, c'est que l'on peut appliquer aux éléments (7) et (8') la méthode de M. Weingarten. De plus, en posant dans (8')

$$u = u_1\sqrt{2}, \qquad v = v_1 - u_1^2$$

on trouve

$$ds^2 = dv_1^2 + 2(v_1 - 3u_1^2)\, du_1^2$$

qui rentre dans la classe des éléments linéaires étudiés par M. Goursat (Darboux, *Leçons*, IV, p. 326).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles dont l'intégrale générale est uniforme.* Note de M. **Gambier**, présentée par M. Painlevé.

M. Painlevé a donné une méthode qui permet de former les équations différentielles du second ordre à intégrale uniforme ou à points critiques fixes, et il a appliqué explicitement cette méthode aux équations *résolues en y''*, pour lesquelles les divers cas à considérer sont déjà extrêmement nombreux. Ayant commencé, sur les conseils de M. Painlevé, l'application de sa méthode aux équations du second ordre et *du second degré en y''*, j'ai été conduit préalablement à faire une revision minutieuse du tableau dressé par M. Painlevé pour les équations du 1er degré, et j'ai découvert ainsi une classe d'équations que M. Painlevé a laissé échapper dans son énumération. Ces équations, transformées au préalable d'une façon convenable, sont de la forme

$$\text{(E)} \qquad Y'' = \left(1 - \frac{1}{n}\right)\frac{Y'^2}{Y} + B(Y, X)Y' + C(Y, X),$$

où n est un entier supérieur ou égal à 2; j'ai énuméré complètement les équations correspondantes. Un certain nombre d'entre elles sont telles que, non seulement Y, mais aussi $Y^{\frac{1}{n}}$, est à points critiques fixes. Mais il en est d'autres pour lesquelles cette restriction n'est pas remplie, et ce

sont celles-là que M. Painlevé a omises dans l'application de sa méthode.

J'adopte ici les mêmes notations que M. Painlevé ; les lettres $ab \ldots h$ désignent des fonctions analytiques de X, λ, μ des combinaisons algébriques de $ab \ldots h$ et de leurs dérivées jusqu'à un certain ordre ; α, β des constantes numériques et ε le nombre 0 ou 1.

L'équation (E), d'après un résultat de M. Painlevé, doit être de la forme

$$Y'' = \left(1 - \frac{1}{n}\right)\frac{Y'^2}{Y} + \frac{aY^2 + bY + c}{Y}Y' + \frac{dY^4 + eY^3 + fY^2 + gY + h}{Y}$$

et l'on trouve, en appliquant les conditions ultérieures de M. Painlevé, que, sauf pour les valeurs 2, 3, 5 de l'entier n, a et d ou bien sont nuls tous deux, ou bien sont liés par la relation $d = -\frac{na^2}{(n+2)^2}$; de même sauf pour $n = 2$, c et h sont ou nuls tous deux ou liés par la relation

$$h = -\frac{nc^2}{(n-2)^2}.$$

Pour $n = 2$, a et d sont ou liés par les mêmes relations ou bien par l'une des deux suivantes : a nul, d quelconque ou bien $d = \frac{a^2}{2}$. Pour c et h, ils sont ou nuls tous deux ou bien c nul, h quelconque.

Pour $n = 3$, en dehors des cas généraux qui subsistent, on peut avoir $d = \frac{3a^2}{2}$ et de même pour $n = 5$, $d = 5a^2$.

En réunissant ces hypothèses, on est conduit à former 14 types d'équations dont l'étude conduit encore à regarder $n = 4$ comme valeur singulière. En dehors d'équations intégrables ou réductibles aux transcendantes définies par des équations différentielles du second ordre signalées par M. Painlevé, j'ai obtenu un type unique de transcendante nouvelle

$$y'' = \frac{y'^2}{2y} + \frac{3}{2}y^3 + 4xy^2 + 2(x^2 - \alpha)y + \frac{\varepsilon}{3y}.$$

On peut dans chaque cas, par une substitution $Y = \lambda(X)y$, $x = \mu(X)$, ramener l'équation (E) à un nombre fini de types canoniques que je vais énumérer ici pour n quelconque.

Premier type : n quelconque ; $a = 0$, $d = 0$. $c = 0$ $h = 0$.

Ces relations entraînent $e = 0$, sauf si n égale 2 ou 4, $g = 0$, sauf si $n = 4$.

On obtient d'abord les 4 types indiqués par M. Painlevé, un pour n quelconque, 3 pour $n = 2$, puis les 4 types suivants correspondant à $n = 4$:

$$y'' = \frac{3}{4}\frac{y'^2}{y} + 2q(x)y' + 3y^2 + (2q' - 3q^2)y$$

$$y'' = \frac{3}{4}\frac{y'^2}{y} + \frac{q'(x)}{2q(x)}y' + 3q(y^2 + 4y)$$

$$y'' = \frac{3}{4}\frac{y'^2}{y} + \frac{q'(x)}{2q(x)}y' + q\,[3y^2 + 2\alpha y + 1]$$

$$y'' = \frac{3}{4}\frac{y'^2}{y} + \frac{g'}{2g}y' + fy + g.$$

Dans ces 4 équations $y^{\frac{1}{2}}$ est aussi fonction à points critiques fixes; la transformation $y = z^2$ donne 4 équations qui rentrent précisément dans les types spéciaux à $n = 2$.

Les 3 premières se ramènent aux fonctions elliptiques, la dernière à une équation linéaire du 3ᵉ ordre.

Deuxième type : n quelconque, $d = -\dfrac{na^2}{(n+2)^2}$ $c = o$ $h = o$.

Ces relations entraînent $g = o$, sauf pour $n = 4$.

$$y'' = \left(1 - \frac{1}{n}\right)\frac{y'^2}{y} + \frac{n+2}{n}yy' - \frac{y^3}{n} + q\,(y' - y^2) + ry$$

$$y'' = \frac{3}{4}\frac{y'^2}{y} + \frac{3}{2}yy' - \frac{y^3}{4} + \frac{q'}{2q}(y' - y^2) + ry + q.$$

La première se ramène à une équation de Riccati snivie d'une équation linéaire du 1ᵉʳ ordre, la seconde à une équation linéaire du 3ᵉ ordre.

[Je rappelle ici que pour les valeurs exceptionnelles de n on trouve d'abord les mêmes types que pour n quelconque, et en surcroît les types particuliers que je signale dans chaque tableau.]

Troisième type : n quelconque > 2, $a = o$ $d = o$ $h = -\dfrac{nc^2}{(n-2)^2}$.

Cela entraîne $c = o$ sauf si $n = 4$.

$$y'' = \left(1 - \frac{1}{n}\right)\frac{y'^2}{y} + \frac{n-2}{n}\frac{y'}{y} + q\,(y' + 1) + ry - \frac{1}{ny}$$

q et r sont liés par une relation où leurs dérivées figurent algébriquement jusqu'à l'ordre $n - 2$; l'équation s'intègre par une équation de Riccati suivie d'une équation linéaire. On en a plus pour $n = 4$:

$$y'' = \frac{3}{4}\frac{y'^2}{y} + 2\left(s + \frac{s'}{s}\right)y' - 12\,s^3\frac{y'}{y} + 3y^2 + \left(9s^2 - 4s' - 5\frac{s'^2}{s^2} + 2\frac{s''}{s}\right) y - 24\,s^3\left(2s - \frac{s'}{s}\right) - 144\frac{s^6}{y}$$

$$y'' = \frac{3}{4}\frac{y'^2}{y} - \frac{q'}{q}\frac{y'}{y} + 3y^2 + \left(\frac{q'^2}{4q^2} - 12\frac{x}{q}\right)y - \frac{q'^2}{q^2}\frac{1}{y} \quad \text{où } q = 4x^3 - \varepsilon x - \alpha$$

$$\alpha = 1 \text{ si } \varepsilon = o$$

$$y'' = \frac{3}{4}\frac{y'^2}{y} + 6q'\frac{y'}{y} + 3y^2 + 12\,qy - 12\,q'' - \frac{36q'^2}{y} \text{ avec } q'' = 6q^2 + x.$$

Les 2 premières se ramènent aux fonctions elliptiques et la dernière aux transcendantes $z'' = 6z^2 + x$.

4ᵉ type : n entier quelconque > 2, $d = -\dfrac{na^2}{(n+2)^2}$, $h = -\dfrac{nc^2}{(n-2)^2}$

$$y'' = \left(1 - \frac{1}{n}\right)\frac{y'^2}{y} + qyy' + r(y'+1) + \frac{n-2}{n}\frac{y'}{y} - \frac{nq^2}{(n+2)^2}y^3 + \frac{n(q'-rq)}{n+2}y^2 + sy - \frac{1}{ny}$$

q, r, s sont liés par une relation où leurs dérivées figurent algébriquement jusqu'à l'ordre $n-2$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation de Laplace à deux variables.* Note de M. **Georges Lery**, présentée par M. Humbert.

1. Soit une courbe algébrique C, de degré n, dont l'équation s'écrit

$$F(z, z') = o,$$

en posant

$$z = x + iy, \qquad z' = x - iy.$$

Cette équation définit z' comme une fonction $\zeta'(z)$; $\zeta(z')$ étant l'imaginaire conjuguée, on peut dire que le point ζ est l'image de z par rapport à C.

Un point z a n images ; si z vient sur C, une de ses images arrive à se confondre avec lui : la fonction à n branches $\zeta'(z) - z'$ a donc une détermination nulle sur C. Ses points critiques sont les foyers et points multiples de C.

Soit z_0 un point donné dans une région R, limitée par une branche C_1 de la courbe ; la fonction

$$\sigma = \frac{1}{z - z_0} - \frac{1}{\zeta(z') - z_0}$$

est une solution de l'équation de Laplace, simplement infinie en z_0. Elle sera nulle sur C_1 et uniforme dans R si l'on prend pour ζ l'image qui se confond avec z sur C_1 et si cette détermination $\zeta(z')$ est uniforme dans R.

2. Supposons ces conditions remplies, et qu'en outre l'équation

$$\zeta(z') - z_0 = o$$

n'ait pas de racine dans R ; la fonction σ qu'on vient de définir, introduite dans la formule de Green, permettra de calculer $\frac{\partial U}{\partial z_0}$ si l'on connaît U sur C_1.

Si l'équation précédente a des racines $z_1', \ldots, z'_p$ dans R, on prendra

$$\sigma = \frac{\Pi(\zeta' - z'_i)}{z - z_0} - \frac{\Pi(z' - z'_i)}{\zeta - z_0}.$$

En particulier, lorsque la courbe n'est pas circulaire, p a pour valeur 1 ; la

fonction précédente est régulière à l'infini et on peut l'utiliser même si la région R contient le point à l'infini.

Par exemple, la région extérieure à une ellipse E ne contient pas de foyers ; chacune des deux déterminations de $\zeta\, y$ est uniforme et l'on a

$$4\pi \frac{\partial U}{\partial z_0} = \frac{1}{\zeta'(z_0) - z'_1} \int_E U \frac{d\sigma}{dn}\, ds$$

ou, plus simplement,

$$2\pi i \frac{\partial U}{\partial z_0} = \frac{-1}{\zeta'(z_0) - z'_1} \int_E U d \frac{z' - z'_1}{z - z_0}.$$

3. Dans l'intérieur de l'ellipse, ζ n'est plus uniforme ; les deux images d'un point s'échangent quand il tourne autour d'un foyer. La solution est la suivante : on définit une suite de points

$$\ldots, \zeta_{-p}, \ldots, \zeta_{-1}, z, \zeta_1, \ldots, \zeta_p, \ldots,$$

dont chacun est image des deux voisins. La série

$$\sigma = \frac{1}{z - z_0} - \left(\frac{1}{\zeta_1 - z_0} + \frac{1}{\zeta_{-1} - z_0}\right) + \left(\frac{1}{\zeta_2 - z_0} + \frac{1}{\zeta_{-2} - z_0}\right) - \ldots$$

est uniformément convergente dans l'ellipse, nulle sur la courbe, infinie en z_0 seulement. C'est la fonction cherchée.

On voit sur cet exemple quelles formes différentes prend σ, suivant que la région considérée contient ou non des foyers qui soient points critiques pour $\zeta(z')$.

La même méthode s'applique à une courbe C quelconque ; toute la difficulté revient à l'étude de la suite de points à introduire et des points limites de l'ensemble qu'ils forment.

PHYSIQUE. — *Sur la photographie du spectre infra-rouge.* Note de M. **G. Millochau**, présentée par M. Janssen.

Les résultats obtenus par M. Štefánik, qui a pu observer visuellement le spectre infra-rouge jusqu'à environ $\lambda 1\mu$, en employant des écrans absorbant le plus possible les autres radiations, m'ont conduit à tenter l'étude photographique de cette même région du spectre, en utilisant une propriété bien connue des rayons infra-rouges.

J. Herschel, Draper, Fizeau, Claudet ont les premiers signalé que les radiations infra-rouges détruisent l'action photographique produite sur une plaque sensible préala-

blement insolée. Waterhouse en 1875, puis Abney en 1878, ont étudié particulièrement ce phénomène et Abney semble avoir démontré qu'il est dû à une action oxydante [1].

En interposant entre la lentille de projection et la fente du spectroscope, un écran rouge foncé constitué par une cuve, à lames parallèles, contenant une solution alcoolique de chrysoïdine, de vert malachite et de violet d'aniline, j'ai pu obtenir facilement des photographies de spectre solaire infra-rouge jusqu'à Φ ; les spectroscopes employés contenant beaucoup de pièces optiques de verre, ne permettaient pas d'ailleurs de dépasser pratiquement cette limite.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des épreuves fournies par des spectroscopes de dispersions différentes.

Ces épreuves ont été obtenues en insolant des plaques de marques diverses et en les exposant ensuite à l'action des rayons infra-rouges. Au cours des essais, j'ai pu remarquer que l'action des rayons infra-rouges est superficielle et ne semble pénétrer que très difficilement la couche de gélatino-bromure, alors que la lumière actinique qui sert à l'insoler la pénètre très profondément. Les meilleurs résultats seraient donc obtenus par l'emploi de plaques préparées spécialement, soit avec une couche très mince d'émulsion sensible, soit avec des émulsions colorées en rouge ou en jaune, afin d'empêcher la pénétration des rayons utilisés pour insoler la plaque.

Des essais faits en colorant des plaques Σ avec une solution concentrée de chrysoïdine ont été concluants à cet égard et les temps de pose peuvent être alors considérablement diminués.

L'emploi d'un écran rouge facilite beaucoup l'action spéciale des rayons infra-rouges, en éliminant la lumière diffuse actinique du spectroscope et rend plus pratique l'emploi de la photographie dans l'étude du spectre de ces radiations.

La méthode signalée par M. Štefánik est donc absolument générale et peut être employée non seulement à l'étude visuelle, mais aussi aux études photographiques, dans le spectre entier.

---

(1) Dans son ouvrage, *La lumière, ses causes et ses effets* (t. II, 1868, p. 59), E. Becquerel, après avoir passé en revue une série de recherches d'auteurs divers, sur l'action chimique de la lumière, dit déjà : « Ainsi, les effets présentés par les matières colorantes, comme par d'autres matières organiques, montrent que l'action de la lumière détermine, en général, la combinaison de l'oxygène avec un ou plusieurs éléments constituants de la substance. »

PHOTOGRAPHIE. — *Nouvelle méthode pour la photographie des médailles.* Note de M. **Eug. Demole**, présentée par M. Lippmann.

Il est aisé de distinguer, grâce à la vision binoculaire, si un objet est en creux ou s'il est en relief. L'objectif photographique est inhabile à établir cette différence. La photographie d'un objet se présentant en relief et du même objet se présentant en creux donnera deux épreuves où l'objet paraîtra en relief. En faisant à la presse à copier l'empreinte d'une médaille sur du papier de plomb mat et en photographiant cette empreinte du côté creux, non pas avec une plaque, mais avec du papier au bromure d'argent, on obtiendra le reproduction positive de la médaille, sans passer par le cliché négatif. Il convient d'éclairer l'empreinte obliquement et d'arrêter le développement lorsque la teinte de la surface de la médaille est suffisamment accentuée. Les parties en relief viennent seules en noir, tandis que les parties creuses restent blanches.

Cette méthode est fort rapide, mais elle présente plusieurs autres avantages. Une médaille peut rarement être photographiée directement, soit à cause des reflets, soit surtout à cause des taches qui, sur l'épreuve, entravent la bonne lecture du sujet. L'empreinte de la médaille que l'on fait sur papier de plomb mat ne peut pas utilement être photographiée du bon côté, par suite de l'épaisseur du métal et du manque de netteté qui en résulte On est alors contraint de faire une empreinte-matrice, d'y couler du plâtre délayé dans de l'eau, pour photographier enfin le double surmoulage qui en résulte : méthode longue et difficile que l'on évite par celle que je propose.

Si l'on veut reproduire par la photographie, et en vue d'un catalogue, des coins de médailles, de sceaux ou de cachets-matrices, pour obtenir une épreuve où le sujet soit redressé et lisible, on le photographiera avec du papier au bromure d'argent. Enfin, pour la reproduction photocollographique des médailles, destinée à l'édition, on fera sur plaque la reproduction négative du côté creux des empreintes et l'on imprimera sur gélatine bichromatée le cliché, sans avoir été obligé de procéder au renversement de la couche. De la sorte, on gagnera une opération sur la méthode ordinaire.

Les épreuves que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie sont des spécimens de ces divers travaux.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la présence de l'or et de l'argent dans le Trias de Meurthe-et-Moselle.* Note de M. **Francis Laur**, présentée par M. H. Moissan.

Dans deux sondages que nous effectuons en Meurthe-et-Moselle à Raucourt, près Nomény et à Dieulouard, au sud de Pont-à-Mousson, nous avons constaté d'une façon à peu près constante la présence à teneurs faibles ou fortes des métaux précieux dans les sédiments.

Jusqu'ici, on n'avait pas constaté ce fait dans des formations aussi tranquilles et aussi épaisses sans apparence de filons même situés à de très grandes distances.

Le conglomérat du Transvaal seul,.subordonné à la formation houillère, avait fourni l'exemple bien net d'une formation aurifère et sédimentaire à la fois.

C'est dans le grès infraliasique du sondage de Raucourt appartenant à la Société des Houillères de Lorraine n° 1 que l'argent est constaté pour la première fois en janvier à une teneur faible de 28 gr à la tonne de roche.

A partir de cet étage, nous nous trouvons dans le *Keuper* ou *marnes irisées* en présence d'une sorte de dépôt très puissant, d'origine chimique, à n'en pas douter. Les sédiments colorés d'une façon intense en vert, jaune, rouge sang, violet, rose, ressemblent bien plutôt à des précipités au sein d'une grande cuvette géologique qu'à des bancs charriés et classés par les eaux.

Des cristallisations se produisent au sein des masses argilo-siliceuses, tantôt c'est le gypse formant des cloisonnements dans tous les sens au sein des argiles, tantôt l'anhydrite, la vulpinite, les petits cristaux de quartz, la glaubérite, la magnésie, l'oxyde de fer et l'acide titanique (d'une façon constante à 1 et 2 p. 100 de teneur) sans compter le sel formant des bancs dont la somme atteint parfois 50^m.

Bref, cette cuvette saliférienne nous donne absolument l'impression d'une mer geyserienne au sein de laquelle ont cristallisé et se sont déposés une foule de minéraux durant l'évaporation.

On a dit ironiquement à propos de l'or qui se trouve dissous dans l'Océan que le meilleur moyen de l'extraire serait d'évaporer la mer à siccité.

Or, la mer triasique salée si développée dans le sous-sol de Meurthe-et-Moselle a été évaporée à siccité. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que nous rencontrions l'or et l'argent qui y étaient contenus en quantité dosable dans les dépôts.

En effet, à la profondeur de $250^m,50$ à Raucourt, au mur d'une couche de sel de 5^m d'épaisseur, nous avons fait analyser un échantillon découpé au fond et il a donné une petite teneur en or et en argent :

Or, 4^{gr} par tonne ;

Argent, 6^{gr} par tonne.

Ce premier résultat théoriquement intéressant seulement n'en était pas moins suggestif et nous avons continué à faire faire des analyses révélant toutes plus ou moins la présence des métaux précieux en quantités dosables, Comme nous avions observé que c'était dans les roches un peu siliceuses, contenant des grains de quartz, que la teneur s'élevait, nous avons fait analyser un calcaire gréseux à 582^m de profondeur dans le Muschelkalk qui a donné l'analyse suivante :

DOLOMIE GRÉSEUSE, 382 mètres. Analyse sur minerai desséché à 100°	
Silice	23,88 p. 100.
Oxyde de fer	0,18 —
Alumine	19,57 —
Phosphore	Traces.
Sulfate de chaux	7,85 p. 100.
Chaux	21,82 —
Magnésie	0,20 —
Or et argent	0,2284 —
Perte à la calcination	26,64 —
OR	39 gr. par tonne de minerai.
ARGENT	245 gr. —

Certes une teneur de 36gr d'or supérieure à celle des Mines du Transvaal où l'on exploite des roches à 6 ou 8gr d'or est faite pour surprendre.

Mais la teneur en argent de 245gr correspondant à la teneur d'un bon plomb argentifère est également très curieuse.

Si l'on observe en effet que le minerai subit une perte à la calcination de 26,64 p. 100, on pourrait par cette opération augmenter encore les teneurs ci-dessus d'un quart et avoir 45gr d'argent dans le minerai calciné, c'est-à-dire une roche valant 150 francs la tonne.

Il faut bien nous garder de compter cependant sur de pareils résultats, mais les autres analyses faites sur des roches moins propices et à un niveau plus bas ont toutes donné des indications intéressantes. Ainsi, toujours à Raucourt (Lorraine n° 1) :

A 465 mètres.	Or	6 grammes.
	Argent	1 —
A 467 mètres.	Or	4 —
	Argent	Traces.

Dans le sondage de Dieulouard, l'or n'a pas encore été constaté, mais l'argent y existe en assez forte quantité.

Voici une analyse :

ARGILES ROUGES DU SALIFÉRIEN 279 M. (DIEULOUARD) Analyse sur minerai desséché à 100°	
Silice	31,98 p. 100
Oxyde de fer	1,04 —
Alumine	16,86 —
Manganèse	Traces.
Sulfate de chaux	16,78 p. 100
Sulfate de soude	7,49 —
Chlorure de sodium	12,09 —

	ARGILES ROUGES DU SALIFERIEN 279 M. (DIEULOUARD) Analyse sur minerai desséché à 100°
Chaux	4,55 —
Perte à la calcination	9,16 —
Or et argent	0,00236 —
OR	Néant.
ARGENT	235 gr. par tonne de minerai.

Il est à notre connaissance que dans d'autres sondages on a fait des analyses qui ont signalé, d'une façon indubitable, les métaux précieux.

En résumé, on ne peut dire encore aujourd'hui qu'une chose, c'est qu'il existe de l'or et de l'argent d'une façon normale dans les sédiments triasiques en Meurthe-et-Moselle et en Allemagne au delà de la frontière.

A quel état sont ces minéraux ? Sont-ce des minéraux ou des sels ? (Le chlorure de sodium lui-même a été reconnu argentifère.)

Quelles teneurs peuvent atteindre les roches ?

Ces questions ne peuvent être résolues avec des sondages qui apportent du fond des quantités trop faibles de matériaux pour prélever des échantillons un peu copieux. Néanmoins, nous avons cru intéressant d'attirer l'attention des chimistes et des chercheurs sur cette question.

Nous attendons des indications peut-être plus précieuses de deux horizons pyriteux qui existent dans le grès bigarré et dans le grès vosgien en Meurthe-et-Moselle.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction du séléniure d'antimoine.* Note de M. **P. CHRÉTIEN**, présentée par M. A. Ditte.

Dans une précédente Note[1], j'ai étudié la décomposition du tri-séléniure d'antimoine par un courant d'hydrogène, et j'ai décrit à cette occasion deux composés nouveaux que j'ai préparés ; les sous-séléniures Sb^4Se^5 et le séléniure salin Sb^3Se^4 et j'ai examiné la courbe de fusibilité des mélanges d'antimoine et de son sulfure.

M. Pélabon a publié récemment [2] un travail en complet désaccord avec le mien. Guidé en effet par l'existence probable et préalablement reconnue des sous-séléniures, j'ai fait varier les proportions d'antimoine et de sélénium dans des limites très étroites

(1) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1105.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 207.

et cela m'a permis d'observer des élévations de température qui pouvaient très bien échapper à un observateur non prévenu.

Pour les dissolutions dont la concentration varie de 11 à 39 p. 100 de sélénium, M. Pélabon trouve deux températures de fusion à peu près constantes (566° et 518°), sans jamais avoir observé deux phases. On comprend difficilement l'existence de ces deux températures s'il n'y a qu'une phase et il semble étrange que des dissolutions dont les concentrations varient dans d'aussi grandes limites gardent un point de fusion constant.

En réalité voici ce qui se passe : lorsqu'à partir du point $Sb^4 Se^5$ on ajoute de l'antimoine, on ne tarde pas à observer deux températures de fusion, mais ces deux températures sont d'importances inégales et variables; de plus l'analyse de la masse, faite comme je l'ai indiqué, montre qu'il y a deux dissolutions de concentrations très différentes. On trouve par exemple dans une expérience

Partie moyenne.	Extrémité inférieure.	Températures de fusion.
Se 32,12 p. 100	12,69 p. 100	523° et 560°

L'existence de ces deux phases n'est due qu'à un mélange défectueux. J'ai en effet recommencé une nouvelle série de mesures en partant du point SbSc avec un mélange intense d'antimoine et de sélénium finement pulvérisés. Je n'ai pas obtenu deux phases au début, une seule température de fusion était observée ; mais, partant de ce point et ajoutant des proportions croissantes d'antimoine, je n'ai pas tardé à retrouver les deux phases. Recommençant alors plusieurs fois les mesures sur la même masse, chaque fois pulvérisée, un des deux points de fusion n'était plus représenté à la troisième opération que par un simple ralentissement dans la vitesse de refroidissement : par ce procédé on diminue progressivement la masse de la phase la plus riche en antimoine, tandis que la richesse de l'autre augmente. En fait la différence des points de fusion du dissolvant et de l'antimoine est de 100° environ, le dissolvant fond d'abord, l'antimoine tombe au fond du tube dans la partie conique, une fois là, le tube protecteur du couple, seul agitateur dont on dispose, est tout à fait insuffisant pour opérer le mélange.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Oxydations par l'air. Problème de la comparaison des vitesses.* Note de M. **André Job**, présentée par M. Troost.

J'ai signalé ici-même (5 janvier 1903) l'activité de quelques sels des terres rares comme excitateurs d'oxydation vis-à-vis de l'hydroquinone. M. Fouard

la signale de nouveau dans une Note récente (21 mai 1906) où il est visible qu'il n'a pas eu connaissance de ma publication. Cela m'engage à indiquer maintenant dans quel sens j'ai poursuivi mes recherches sur ce sujet. J'avais montré pourquoi il était prématuré de tenter une comparaison quantitative entre les activités des sels de divers métaux : leur activité dépend de leur dissociation hydrolytique, de sorte qu'il ne suffira pas de déterminer les vitesses des oxydations qu'ils provoquent, il faudra, en outre, pour comparer utilement les résultats, les rapporter à un même degré d'hydrolyse. Mais la détermination des vitesses constitue déja un problème difficile qu'on n'a jamais résolu ; à vrai dire il est entièrement nouveau, car on ne l'a même pas encore posé d'une façon précise.

Considérons un liquide qu'on a saturé d'oxygène en présence de l'air et supposons qu'on détermine tout à coup, au sein de ce liquide, une réaction qui consomme de l'oxygène libre. De plus imaginons que, par une agitation constante, on maintienne le liquide homogène et on favorise son contact avec l'air. Il se produit une absorption régulière d'oxygène et, si l'on opère dans un appareil clos muni d'un manomètre, on peut mesurer une vitesse apparente d'oxydation. Mais, pour que cette vitesse soit définie, il nous manque une donnée essentielle, c'est la concentration de l'oxygène libre dans le liquide. Cette concentration dépend à la fois du mode d'agitation et de l'avidité du liquide pour l'oxygène[1]. Qu'on prenne un autre liquide oxydable et qu'on l'agite dans les mêmes conditions, on observe encore une vitesse apparente d'oxydation, mais elle correspondra à une *autre* concentration *également inconnue* d'oxygène libre. Donc la comparaison de ces vitesses est illusoire et leur mesure n'est pas définie.

Pour éviter cette indétermination, *il faut arriver à maintenir le liquide saturé d'oxygène dissous.* On y parvient par une série d'essais où l'on augmente de proche en proche la surface d'agitation jusqu'à ce que la vitesse d'absorption du gaz atteigne une limite indépendante d'un nouvel accroissement[2]. Mais on est amené ainsi dans la plupart des

---

(1) En effet, rien ne prouve que nous ayons remplacé dans la dissolution tout l'oxygène consommé. Or, s'il y a un déficit d'oxygène dissous, la vitesse de réaction s'abaisse aussitôt jusqu'à ce qu'il y ait égalité entre l'oxygène qui réagit dans un temps donné et l'oxygène qui se dissout dans le même temps. Dès lors on observe bien une vitesse apparente d'oxydation, mais elle correspond à une concentration inconnue d'oxygène libre.

(2) Il ne suffit pas, pour cela, d'agiter plus violemment ; il faut qu'on puisse augmenter à coup sûr la surface d'agitation. C'est ce qu'on fait en brisant le liquide avec un nombre

cas, à produire une agitation extrêmement violente qui élève rapidement la température; pour que les mesures de pression restent praticables et aussi pour que la vitesse d'oxydation soit rapportée à une température bien connue, on est obligé de compenser rigoureusement l'échauffement en refroidissant l'appareil par un courant d'eau. Je décrirai complètement dans un mémoire détaillé le dispositif que j'ai adopté.

Cette difficulté étant résolue, il reste à écarter une autre cause d'indétermination. Quand on étudie de près une oxydation provoquée (exemple, celle de l'hydroquinone sous l'influence de l'acétate de manganèse, on s'aperçoit que, même dans un liquide saturé d'air, l'absorption d'oxygène se ralentit dès le début de l'expérience. Si donc on veut saisir une vitesse d'oxydation caractéristique du liquide, il faut la déterminer *à l'origine du phénomène*.

Cela exige encore une technique spéciale. — D'abord il est nécessaire que l'origine du phénomène soit elle-même définie. Il faut donc faire le mélange de la solution d'hydroquinone avec son excitateur à l'instant même où les mesures commencent et assez brusquement pour que la durée de la diffusion soit négligeable. Ensuite il faut que les mesures soient assez délicates pour qu'on puisse tracer avec certitude la courbe des pressions en fonction du temps et trouver sa tangente à l'origine. On ne peut guère y parvenir par l'observation directe, mais j'y ai réussi par l'inscription graphique. Un manomètre enregistreur extrêmement sensible (exemple, une capsule de Marey) est relié à l'appareil d'agitation. Celui-ci étant clos, l'agitateur mis en mouvement et le régime de température établi, le manomètre indique une pression constante. Dès que le mélange des réactifs est effectué il accuse aussitôt l'absorption d'oxygène et trace la courbe d'oxydation.

D'après ce qui précède, on voit qu'il ne faut parler qu'avec une extrême réserve des vitesses d'oxydation par l'air. Elles sont très difficiles à saisir. Les mesures, même relatives et de simple comparaison, qu'on en fait le plus souvent sont illusoires. Elles ne deviennent valables que si l'on s'impose des règles très sévères qui exigent une technique expérimentale très délicate. C'est ainsi que j'ai dû concilier les conditions suivantes : agitation très violente du liquide avec l'air dans un appareil hermétiquement clos, température rigoureusement constante, déclenchement brusque de la réaction oxydante, inscription graphique extrêmement sensible des pressions. En raison de ces difficultés et même après de très nombreuses expériences, je ne donnerai pas encore de constantes numériques définitives. Mais les

---

variable de palettes disposées le long d'un axe qui, à l'état tranquille, est situé dans le plan du niveau.

graphiques que j'ai obtenus sont très concordants (¹) et permettent une analyse très serrée des phénomènes; ils m'ont déjà révélé dans l'étude de l'hydrolyse des données intéressantes. Aussi puis-je espérer que je n'ai pas élaboré ni décrit inutilement cette nouvelle méthode de recherches.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Equilibres hétérogènes : Formation du chlorure de phosphonium, du carbamate et du sulfhydrate d'ammonium.* Note de M. **E. Briner**, présentée par M. G. Lemoine.

Nous exposons ici les résultats des expériences faites pour vérifier les considérations théoriques de la Note du 28 mai 1906 (p. 1214), à laquelle nous nous reportons pour les notations et l'appareil employé.

Les volumes des deux gaz mis en présence sont indiqués dans les deux premières colonnes; les trois colonnes suivantes contiennent la température, la pression et le volume du système :

Système ($HCl + PH^3$).

PH^3	HCl	t	p	V	$K = p_1 p_2$	$\pi = \sqrt{4K}$
cm³	cm³		mètres de mercure Hg.	cm³		
23,7	7	0°	6,40	3,08	7,0	5,3
id.	id.	11°,2	11,85	1,64	22,1	9,4
11,3	22,3	0°	5,97	3,35	7,4	5,4
9,7	22,5	0°	6,19	3,38	7,9	5,6

La concordance entre les tensions de dissociation π du chlorure de phosphonium, calculées pour les trois mélanges à 0°, est satisfaisante, eu égard aux nombreuses causes d'erreur. La chaleur q dégagée par la réaction : (HCl gaz $+ PH^3$ gaz $= PH^4$ T Cl sol. $+ q$), déduite de la formule de van't Hoff, est 16 cal.

Système ($CO_2 + 2\,NH_3$).

Cette réaction réversible n'a été étudiée par Horstmann et Isambert (²) que sous des pressions inférieures à la pression atmosphérique. Nous avons mesuré d'abord directement les tensions suivantes de dissociation π (en mètres de mercure) du carbamate d'ammonium jusqu'à 200° environ. Il fond vers 152° : c'est donc le point triple de ce système.

(¹) Ils accusent à $\frac{1}{20}$ près, environ, la dose d'oxygène absorbée dans la première minute de la réaction, même quand cette dose est inférieure à 1^{cm^3} pour 100^{cm^3} de liquide.

(²) *Comptes rendus*, t. XCVI, 1883, p. 340; *Lieb. Ann.*, t. CLXXXVII, p. 48, 1877.

t	77°,2	98°,5	106°	114°,5	130°,2	152°	183°	196°
π	2,27	6,4	9,6	14,2	29,2	63,3	119	167°

Voici les vérifications des relations théoriques :

CO^2	NH^3	t	p	V	$K=p_1p_2^2$	$\pi=\sqrt[3]{\frac{27K}{4}}$	π OBSERVÉ
cm³	cm³		mètres de mercure	cm³			
34,1	22,1	77°,2	2,62	16,5	1,5	2,2	2,3
id.	id.	98°,5	8,26	4,8	37,8	6,3	6,4
9	31,1	77°,2	2,83	13,1	1,7	2,2	2,3
id.	id.	98°,5	6,78	4,8	41,3	6,5	6,4
3	30,0	77°,2	2,71	10,4	1,5	2,2	2,3

Les valeurs de π observées et calculées concordent d'une façon satisfaisante. Il n'en est plus de même aux pressions supérieures, comme nous l'ont montré d'autres mesures qui seront publiées ultérieurement. D'après les développements de la Note précédente, cela s'explique par le fait qu'alors la pression partielle des molécules gazeuses $CO^2(NH^3)^2$ n'est plus négligeable.

Système : $(NH^3 + H^2S)_1$.

Pour ce système [1], il faut distinguer les équilibres avec excès d'ammoniac de ceux avec excès d'hydrogène sulfuré. Ces derniers ne donnent pas naissance à d'autre corps que le sulfhydrate et suivent les règles générales que nous avons indiquées : à partir d'une certaine pression, pv se maintient constant et correspond à l'excès de H^2S sur NH^4HS. Lorsque l'ammoniac est en excès, et si la pression est suffisante, le phénomène se complique d'une absorption de NH^3 par le sulfhydrate formé, absorption qui, dans les conditions de température où nous avons opéré, donne lieu à la production d'un liquide [2].

Les tensions de dissociation du sulfhydrate déduites de l'observation du minimum sont pour $t = 0°$: $\pi = 90^{mm}$; pour $t = 23°$, $\pi = 432^{mm}$.

Le point triple du système (point de fusion de NH^4HS en tube scellé) est à 120° environ.

Voici les vérifications des relations théoriques :

---

(1) Ce système a été étudié par Isambert (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 919; t. XCIV, p. 958) aux pressions inférieures à 1^{atm}.

(2) TROOST (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 1267) a signalé des composés ($NH^4HS + n\,NH^3$) se formant à basse température en présence d'un excès de NH^3.

H^2S	NH^3	t	p	V	$K=p_1p_2$	$\pi=\sqrt{4K}$	π observé (Isambert).
cm³	cm³		mètres de mercure	cm³			
26,5	10	22°	0,582	29,3	0,04	0,41	0,41
id.	id.	34°	1,081	18,8	0,19	0,87	0,85
id.	id.	54°,8	3,3	7,7	2,06	2,87	—

En raison de la formation de composés ($NH^5HS + n\ NH^3$), les systèmes avec excès de NH^3 ne se prêtent pas aux vérifications théoriques.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la pression osmotique dans le colloïde hydrochloroferrique.* Note de M. **G. Malfitano**, présentée par M. Emile Roux.

Quand l'on filtre une préparation de colloïde hydrochloroferrique, obtenue en chauffant à 115°-120° pendant quinze minutes une solution de $F^2\ Cl^6$ à 5 p. 1000, il reste au fond du sac en collodion, malgré la pression intérieure correspondante par exemple à 2^m d'eau, un résidu liquide [1]. Si après avoir maintenu la pression intérieure jusqu'à ce que le volume devienne limite, on remet l'appareil à la pression ordinaire en laissant le sac en contact par son extrémité inférieure avec le liquide filtré, celui-ci rentre dans le sac et le niveau s'élève à l'intérieur.

M. Jacques Duclaux [2] a conclu de ces faits que la micelle colloïdale a une pression osmotique propre ; il a essayé de la mesurer en fonction de la concentration et il a trouvé que la pression augmente de 1 à 80 quand la concentration varie seulement de 1 à 18.

La notion de pression osmotique dans les solutions est déduite des faits expérimentaux suivants : 1° Une solution contenue dans une cellule à parois semi-perméables plongée dans une quantité illimitée du dissolvant tend à augmenter son volume ou sa pression. La pression est inversement proportionnelle au volume, donc directement proportionnelle à la concentration ; 2° la pression développée par les molécules d'une matière donnée est indépendante de la présence d'unités physiques de nature différente ; 3° Van't Hoff a montré le lien théorique qui existe entre la notion de pression des gaz et celle de pression osmotique des solutions. Dans un cas et dans l'autre la pression est le résultat du mouvement qui anime les unités physiques dans lesquelles les corps se divisent. Les ions et les molécules

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1245 ; séance du 8 mai 1905.

(2) *Ibid.*, t. CXL, p. 1544 ; séance du 5 juin 1905.

avaient été en effet reconnus expérimentalement capables de se déplacer librement par diffusion.

Nous allons chercher à vérifier dans les solutions du colloïde hydrochloroferrique les faits expérimentaux énoncés :

I. La micelle peut-elle diffuser dans son milieu intermicellaire? Quand l'on filtre une solution assez étendue et par conséquent bien transparente, on voit la matière colloïdale s'entasser au fond du sac où elle forme une couche nettement distincte du reste de la liqueur. On peut laisser tout en état, après un temps très long, rien n'est changé. Les micelles, bien qu'elles soient riches en Cl et de petites dimensions, ne diffusent pas. Il suffit cependant d'agiter la préparation pour obtenir de nouveau une liqueur homogène et indéfiniment stable. Un phénomène dont la signification paraît la même se produit quand l'on filtre des solutions assez épaisses, les portions en contact avec la membrane se concentrent et le liquide ne passe plus, la filtration reprend aussitôt que l'on mélange le contenu du filtre.

La vitesse de diffusion de la micelle du colloïde hydrochloroferrique n'est pas appréciable. Au moyen de l'ultra-microscope on a pu constater que l'amplitude et la vitesse de déplacement des micelles de ce colloïde sont de l'ordre du mouvement brownien (1).

II. La pression développée par le colloïde hydrochloroferrique ne peut être mesurée avec exactitude parce qu'elle n'est appréciable que dans le cas de liquide très concentrés et ceux-ci doivent être agités constamment pour qu'ils restent homogènes quand un déplacement du liquide intermicellaire a lieu. Dans les liquides moins concentrés elle devient inappréciable, mais l'augmentation du volume du colloïde, si l'on a soin de maintenir le niveau intérieur égal au niveau extérieur, devrait être illimitée, bien que de plus en plus lente.

Soit un litre d'une préparation colloïdale obtenue en partant de la solution primitive, celle dont j'ai parlé en commençant, qu'on met à filtrer sous la pression de $1^{m},50$ d'eau. L'on recueille d'une part le liquide intermicellaire qui est une solution de HCl voisine de $\frac{1}{1000}$ N et d'autre part le colloïde très concentré contenant pour cent : 18^{gr} de Fe et 1,7 de Cl et laissant après dessiccation à 105°-110° un résidu sec de 31^{gr}.

10^{cm^3} de ce colloïde contenu dans un sac en collodion plongé dans le liquide intermicellaire résorbent assez rapidement le liquide extérieur ; au bout de 24^{h} les variations

(1) Cotton et Mouton. *Revue générale des Sciences*, 15 déc. 1903.

n'étant plus sensibles, l'écart de niveau est de 11^{cm} et le volume intérieur de 28^{cm^3}. On rapproche alors le niveau intérieur de l'extérieur, ainsi une nouvelle quantité de liquide entre et au bout de plusieurs jours bien que l'écart de niveau ait été maintenu autant que possible égal à o, le volume intérieur ayant atteint 49^{cm^3} n'augmente plus.

De même une solution préparée en diluant 2^{cm^3} du colloïde primitif avec 8^{cm^3} de son liquide intermicellaire, placée dans les conditions sus-mentionnées, de façon que le niveau intérieur soit aussi peu que possible plus élevé, ne résorbe pas du tout le liquide extérieur, et le volume ne paraît pas varier d'une manière sensible, même après un temps très long.

De sorte que la matière colloïdale dont la composition peut être représentée par la formule suivante en $\frac{\text{atomes-grammes}}{1\,000}$ par litre 0,0991 $[H(Fe^2O^6H^6)2.2]Cl + 0,0001\ HCl$ n'exerce plus aucune pression. Ce résultat est remarquable si l'on songe surtout que la solution : 0,4955 $[H(Fe^2O^6H^6)2.2]Cl + 0,0001\ HCl$, c'est-à-dire cinq fois plus forte en colloïde, développe une pression d'au moins $1^m,50$ d'eau.

La pression développée par les micelles du colloïde hydrochloroferrique dans leur milieu diminue plus rapidement que la concentration, elle devient nulle quand la quantité de micelles en solution est encore considérable.

III. La pression, ou mieux la capacité du colloïde hydrochloroferrique à retenir le liquide intermicellaire sous une pression donnée et à en résorber si la pression diminue, dépend aussi bien de la composition des micelles que de celle du liquide intermicellaire.

Toutes choses étant égales d'ailleurs, le volume limite occupé par ce colloïde diminue avec la teneur en Cl des micelles. Le résidu de la filtration se laisse essorer d'autant mieux qu'il est plus pauvre en Cl et dans mes expériences quand la composition des micelles est de $\frac{1\ Cl}{6\ Fe^2}$ le résidu est déjà pâteux.

Pour des micelles de mêmes compositions le volume limite diminue au fur et à mesure que la concentration en HCl du liquide intermicellaire augmente. Si l'on plonge des sacs contenant les mêmes quantités du même colloïde dans des solutions de différentes concentrations en HCl on voit que le liquide à l'intérieur augmente d'autant plus que le liquide extérieur est moins concentré.

L'on voit donc que la pression développée par le colloïde n'est pas indépendante de la composition du milieu, comme cela se vérifie pour les matières à l'état moléculaire.

Des faits que je viens d'exposer il résulte : 1° La pression ou mieux la force d'expansion qui se manifeste dans les solutions concentrées de colloïde hydrochloroferrique, séparées par une membrane semi-perméable du

liquide intermicellaire, ne paraît pas liée à la mobilité des micelles; 2° cette force d'expansion apparaît limitée ; 3° elle dépend de la quantité d'électrolyte par retenue les micelles et de celle qui se trouve libre dans le liquide intermicellaire.

J'envisage ces phénomènes de la façon suivante : les micelles restent uniformément dispersées dans le liquide par la répulsion qu'elles exercent les unes sur les autres, grâce à la charge de l'ion H qu'elles tiennent englobé et aussi par l'attraction de l'ion Cl qui les accompagne ; naturellement cela autant que le couple HCl qui fait partie du colloïde peut rester dissocié. La micelle tend à occuper un volume donné du liquide qui est en rapport direct avec sa richesse en Cl et en rapport inverse avec celle du liquide intermicellaire. Si, par la filtration au travers d'une membrane semi-perméable, on diminue le volume occupé par la micelle une pression se manifeste et celle-ci, pareillement à ce qui se produit dans un ressort tendu, augmente plus rapidement que la diminution de volume ne comporterait si l'on avait affaire à des unités physiques comme les ions ou molécules qui agissent par leur force cinétique. Les résultats de l'examen cryoscopique confirment la conception que je viens d'exposer.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur les aciers au cuivre.* Note de M. **Pierre Breuil**, présentée par M. Maurice Levy.

Il n'a pas été fait, à notre connaissance, d'études méthodiques sur les aciers au cuivre en vue de leur application à l'industrie. Mushet, Ball et Wigham, Campbell, Arnold, Stead n'ont abordé que certains points spéciaux de ces études. Nous nous sommes attaché à les entreprendre sur les conseils de M. Vanderheym et avec le généreux concours des Forges et Aciéries de Firminy. Nos essais ont consisté à faire fabriquer et à étudier des lingots à carburation progressive contenant des teneurs en cuivre également progressives. Tous ces alliages sont actuellement fabriqués et pour la plupart étudiés. Nous donnons ci-après les résultats que nous avons obtenus avec les séries les moins carburées, les autres suivront sous peu.

Les premières séries étudiées que nous appellerons A et B avaient la composition suivante :

Série A

	1	2	3	4	5	6	7	8
Carbone	0,168	0,158	0,156	0,156	0,165	0,103	0,173	0,150
Manganèse	En aucun cas le manganèse n'a été supérieur à 0,230, il oscillait généralement entre 0,10 et 0,15.							
Silicium	Teneur maximum		0,316	Teneur moyenne		0,220		
Phosphore	—		0,029	—		0,020		
Soufre	—		0,018	—		0,015		
Cuivre (pied du lingot)	0,0	0,490	1,005	2,015	3,997	8,050	15,97	31,92
— (tête du lingot)	0,0	non dosé	non dosé	non dosé	3,960	7,950	15,91	32,

Série B

	1	2	3	4	5	6	7	8
Carbone	0,336	0,390	0,400	0,389	0,368	0,372	0,412	0,282
Manganèse	En aucun cas le manganèse n'a été supérieur à 0,230, il oscillait généralement entre 0,10 et 0,15.							
Silicium	Teneur maximum		0,316	Teneur moyenne		0,220		
Phosphore	—		0,029	—		0,020		
Soufre	—		0,018	—		0,015		
Cuivre (pied du lingot)	0,0	0,505	1,005	2,025	4,009	7,960	16,015	Voir
— (tête du lingot)	0,0	non dosé	non dosé	non dosé	3,985	7,910	15,985	ci-après

Les analyses ont été faites en prenant des échantillons au pied et à ta tête des lingots et on peut reconnaître par leurs résultats que pour l'acier doux (série A) le cuivre est uniformément réparti dans chaque lingot; il en est de même pour la série B mi-dure sauf en ce qui concerne le lingot à 32 p. 100 de cuivre. Dans ce dernier on constatait une liquation très marquée; le lingot se divisait à peu près en deux parties, l'une située près de la tête contenait 34,2 p. 100 de cuivre au centre et 21,2 à fa surface, l'autre contenait 74,8 p. 100 de cuivre au centre et 24,4 à la surface et était située vers le pied du lingot qu'elle avait pu atteindre parce que plus riche en cuivre et par suite plus lourde que l'autre.

Les cassures des lingots des deux séries ne contenant pas plus de 4 p. 100 de cuivre étaient sans aucune coloration; à partir de 8 p. 100 de cuivre elles montraient une coloration rouge d'autant plus intense que la teneur du cuivre était plus grande. Les cassures de ces derniers lingots avaient une structure bacillaire près de leur surface que les autres lingots ne présentaient pas.

Tous les lingots ne contenant pas plus de 4 p. 100 de cuivre ont pu être laminés; les autres n'ont pu subir ce travail de façonnage, ils étaient rouverains. Ces faits concordent avec les constatations de Stead et d'autres auteurs. La dureté de ces lingots déterminée par la méthode de Brinell croit avec la teneur en cuivre; les chiffres suivants sont des moyennes :

Série A

0 p. 100 Cu	. . . .	143
0,5	—	143
1	—	160
2	—	175
4	—	240
5	—	240
16	—	255
32	—	217

Série B

0 p. 100 Cu	. . . .	200
0,5	—	195
1	—	207
2	—	250
4	—	280
8	—	360
16	—	311
32	—	311 dans la partie acier. 80 à 130 dans la partie cuivreuse.

Le cuivre élève donc considérablement la dureté de l'acier ; les résultats des autres essais le confirmeront.

Points singuliers. — Sauf les essais de M. Osmond nous ne connaissons pas d'autres expériences relatives aux points singuliers de l'acier au cuivre. Nous avons étudié à ce point de vue tous les précédents lingots au moyen du couple thermoélectrique Le Chatelier et avec un galvanomètre enregistreur Callendar. Les courbes dérivées des courbes de refroidissement d'après la méthode de M. Osmond sont remplies de zigzags qui ne sont pas dus au fonctionnement de nos appareils comme des essais répétés nous l'ont prouvé. Si l'on tient compte seulement des points les plus accusés on aboutit aux constatations suivantes :

Série A

0 p. 100 Cu AR—2, vers 780°. AR3, 870°. AR4, 1005°

1 — AR2, 715°. AR3, 850°. AR4, 980.

2 — AR1, 655°. AR2, 730°. AR3, 820°. AR4, 1000°.

4 — AR1 et AR2?, 670°. AR3, 780°.

8 — AR0, 510°. AR1, AR2, AR3??, 730° (point long). AR4, 980°.

16 — Point très long à 740°. Les autres nous paraissent incompréhensibles. Point à 1040° correspondant à la fusion du cuivre libre ou d'un alliage cuivreux.

32 — Point très long à 675°. Les autres nous paraissent incompréhensibles. Point à 1040° correspondant à la fusion du cuivre libre ou d'un alliage cuivreux.

Série B

0 p. 100 Cu	AR3, 950°.		AR2, 780°	AR1, 720° (court).	
1	— AR3, 980°.		AR2, 725°	— 680° (pl. long que le précéd.)	
2	— AR3, 980°.		— 730°	— 680°	—
4	— AR3, 980°.	AR3 *bis*, 872.	AR2, 750°	— 678°	—
8	— AR3, 975°.	— 865°.	— 700°	— 645°	— Point vers 1040° correspondant à la fusion du cuivre libre ou d'un alliage de cuivre et de fer très fortement cuivreux
16	— AR3, 975°.	— 872°.	— (670 et 700°)	— 630°	—
32 partie acier	AR3, 975°.	— 850°.	— 680°	— 660°	—

La série A ne nous permet pas de tirer des conclusions fermes, cependant le cuivre nous paraît faire grossir le point AR1 et baisser AR3, conformément aux constatations de M. Osmond; pour la série B, les essais montrent nettement que le point AR1 baisse beaucoup quand la teneur en cuivre augmente et ce point grossit; le point trouvé à 975-980° pour tous les aciers nous paraît correspondre à la séparation de la cémentite comme Arnold le suppose pour les aciers ordinaires. AR2 baisse avec l'augmentation du cuivre. Tous ces alliages sont magnétiques à froid, même la partie liquatée fortement cuivreuse de l'alliage de la série B à 32 p. 100 de cuivre (qui l'est peu d'ailleurs).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mélézitose et turanose.*
Note de M. **Georges Tanret**, présentée par M. Armand Gautier.

Le mélézitose a été découvert en 1858 par M. Berthelot [1] et rangé par lui dans la classe des saccharoses. En 1889, M. Alekhine [2] a vu qu'il se dédouble par hydrolyse faible en une molécule de glucose et une molécule de turanose; celui-ci, à son tour, hydrolysé complètement, donnerait deux molécules de glucose : le mélézitose serait ainsi formé de trois molécules de glucose.

Quand on chauffe le mélézitose avec un acide minéral étendu, son pouvoir rotatoire baisse peu à peu jusqu'à n'avoir plus que celui du glucose : comme à partir de ce moment la liqueur va en se colorant de plus en plus, on en avait conclu que le mélézitose se transforme uniquement en glucose et que la coloration produite était due à l'altération de ce dernier. Mais en continuant à chauffer à 100° en matras scellé une solution de mélézitose dans SO^4H^2 à 1 p. 100 comparativement avec une solution semblable de glucose, j'ai vu le pouvoir rotatoire du mélézitose s'abaisser au bout de 5 heures jusqu'à moitié de celui du glucose, tandis que la rotation du glucose n'avait pas changé sensiblement. La diminution de pouvoir rotatoire n'était donc pas due à la destruction du glucose. D'autre part le mélézitose inverti donnait de façon intense avec la résorcine et HCl la réaction de Selivanoff caractéristique des cétoses : il y avait donc eu vraisemblablement mise en liberté d'un sucre cétonique à pouvoir rotatoire soit plus faible que celui du glucose, soit plutôt lévogyre. Ce cétose,

[1] Berthelot, *Comptes rendus*, t. XLVII, p. 224.
[2] Alekhine, *Annales de Physique et de Chimie*, 6e série, t. XVIII, p. 532.

que j'ai réussi à isoler, est le lévulose : il est contenu dans la molécule du turanose.

Préparation du turanose. — L'hydrolyse ménagée du mélézitose par les acides minéraux étendus risque de dépasser le stade turanose : pour effectuer cette hydrolyse, j'ai employé l'acide acétique. On chauffe donc le mélézitose pendant deux heures au bain-marie bouillant avec de l'acide acétique à 20 p. 100. On élimine l'acide par épuisement à l'éther. Le mélange sucré est alors additionné de levure. La fermentation d'abord rapide se ralentit brusquement : on la laisse encore se prolonger quelques jours, puis on l'arrête. Le glucose est ainsi détruit le premier; et pendant qu'une petite partie du turanose est consommée par la levure, les dernières traces de glucose disparaissaient. On passe au noir; on concentre en un sirop qu'on épuise d'abord à froid par un mélange d'alcool absolu et d'éther pour enlever la glycérine et les acides gras formés, puis par l'alcool absolu bouillant. L'alcool est concentré graduellement; il laisse par refroidiesement déposer le turanose qu'on dessèche sur l'acide sulfurique.

Composition. Propriétés. — Le turanose ainsi obtenu se présente au microscope sous l'aspect de grains arrondis, transparents, dépourvus de structure cristalline. Il est extrêmement hygrométrique. C'est une combinaison de turanose et d'alcool. L'analyse du corps desséché dans un courant d'air sec à 55-58°, sa perte d'alcool à 100°, sa cryoscopie (qui donne le poids moléculaire d'un mélange d'alcool et de turanose) concourent pour lui faire assigner la formule $C^{12}H^{22}O^{11}, \frac{1}{2}C^2H^6O$.

Cet alcoolate fond à 60-65°. A 100° il se boursouffle aussitôt en perdant son alcool. Le sucre ainsi desséché a donné à l'analyse des nombres concordant avec la formule $C^{12}H^{22}O^{11}$. La cryoscopie, faite avec des solutions à 8,4 et 2 p. 100, a donné pour son poids moléculaire les valeurs M = 301, 326 et 333 [M théorique : 342].

Le pouvoir rotatoire du turanose, rapporté au corps séché à 100° et pris en solutions aqueuses de 5 à 10 p. 100, a été trouvé égal à $[\alpha]_D = +71°,8$. Il n'y a pas de birotation. Son pouvoir réducteur est de 60, celui du glucose étant 100.

Constitution. — Le turanose hydrolysé donne un mélange équimoléculaire de glucose et de lévulose. A cause de l'altérabilité du lévulose par la chaleur et les acides, ce dédoublement est délicat à conduire : les détails en seront donnés ailleurs. En principe, j'ai hydrolysé incomplètement le turanose par des acides minéraux assez concentrés, mais à température peu élevée, de manière à avoir le lévulose aussi peu altéré que possible, et j'ai fait passer à l'état d'hydrazones le mélange des monoses formés (¹). Son pouvoir rotatoire, lévogyre, répondait à celui du sucre interverti qui a été régénéré de ses hydrazones. Par passage à la chaux, on a eu du lévulosate, qui, décomposé par l'acide carbonique a donné du lévulose : repris par l'alcool absolu bouillant, le lévulose a été obtenu cristallisé. Quant au glucose provenant de l'hydrolyse du turanose, il a cristallisé facilement.

Le turanose résiste à l'action des ferments solubles ordinaires (émulsine, diastase,

(¹) CHARLES TANRET, *Bull. Soc. Chimique*, 1902, 3e série, t. XXVII, p. 393.

suc de levure, macération d'aspergillus). La levure de bière le consomme en nature avec une extrême lenteur.

Conclusions. — 1° Le turanose $C^{12}H^{22}O^{11}$ n'est pas, comme on le croyait, dédoublable en deux molécules de glucose : son hydrolyse le scinde en 1 molécule de glucose et 1 molécule de lévulose.

2° Le mélézitose $C^{18}H^{32}O^{16}$ donnant par hydrolyse faible une molécule de glucose et une molécule de turanose, est formé de 2 molécules de glucose et de 1 molécule de lévulose.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la nature véritable des leucéines* et *glucoprotéines obtenues par P. Schützenberger dans le dédoublement des matières protéiques.* Note de MM. **Hugounenq** et **A. Morel**, présentée par M. Armand Gautier ([1]).

Dans son remarquable travail sur la constitution des substances albuminoïdes ([2]), P. Schützenberger soumit les multiples albuminoïdes à une décomposition hydrolytique par la baryte en présence de l'eau à 200°-250°. Des produits de la réaction il avait isolé, par les procédés habituels de l'analyse immédiate, quelques acides amidés et un certain nombre de corps azotés qu'il avait groupés en plusieurs catégories et auxquels il avait donné les noms de *leucines*, en $C^nH^{2n+1}AzO^2$; *leucéines*, en $C^nH^{2n-1}AzO^2$ ($n = 4, 5, 6$) ; *Glucoprotéines*, en $C^nH^{2n}Az^2O^4$ ($n = 7, 8, 9, 10, 11$ et 12) ; enfin, *corps vitreux amorphe*.

Nous avons repris l'étude de cette question avec les nouvelles méthodes qui permettent de récupérer et d'isoler les composés mono et diamidés formés par l'hydrolyse régulière des matières albuminoïdes, afin de déterminer la nature véritable des complexes dont P. Schützenberger n'avait pu à cette époque, faute de méthodes suffisantes, élucider la constitution.

Pour cela, 1kg,782 d'albumine du blanc d'œuf sèche fut attaqué pendant 72h à l'ébullition par 8kg de baryte et 6 litres d'eau. Après élimination de la baryte, nous avons obtenu un résidu fixe pesant 1 260 grammes. C'est ce résidu qui, traité suivant la technique de P. Schützenberger ([1]), nous a donné :

1° Leucines et leucéines	380 gr.
2° Leucines et tyrosine	210 gr.

([1]) Note présentée à la Séance du 11 juin 1906.

([2]) *Ann. de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVI, 1879, p. 334 à 367.

3° Leucéines	110 gr.
4° Glucoprotéines	173 gr.
5° Corps vitreux amorphe.	302 gr.

Chacune de ces fractions à été soumise séparément à un traitement dont voici la marche générale.

a) L'acide phosphotungstique a permis de séparer un premier précipité floconneux, amorphe, d'où nous avons retiré des substances incristallisables, présentant tous les caractères des polypeptides.

b) Ce même réactif a formé ensuite un second précipité granuleux, cristallin, dont on a extrait 1,4 de lysine $C^6H^{13}Az^2O^2$ p. 100 d'albumine. A côté de la lysine, on a trouvé 0,8 p. 100 d'acide diamido-valérique $C^5H^{11}Az^2O^2$ provenant du dédoublement par la baryte de l'arginine $C^6H^{14}Az^4O^2$ en urée et acide α-δ-diamido-valérique. Pas d'histidine ou seulement des traces douteuses.

c) L'eau mère débarrassée d'acide phosphotungstique et évaporée, a fourni un résidu qui a été éthérifié à trois reprises par l'alcool absolu et l'alcool chlorhydrique. Les chlorhydrates d'éthers ont été soumis à l'action ménagée de la soude pour libérer les éthers eux-mêmes. Ceux-ci ont été séparés ensuite par distillation fractionnée dans le vide, puis saponifiés par la baryte afin d'isoler les acides correspondants.

Nous avons pu, de la sorte, faire la séparation des matériaux extraits par P. Schützenberger et en retirer les produits suivants :

I. *Leucines en* $C^nH^{2n+1}AzO^2$. — Ce groupe nous a fourni : alanine $C^3H^7AzO^2$, 10 p. 100; Leucine $C^6H^{13}AzO^2$, 41 p. 100; Phénylalanine $C^9H^{11}AzO^2$,2,8 p. 100; Acide aspartique $C^4H^7AzO^4$, 1 p. 100; Acide glutamique $C^5H^9AzO^4$,0,8 p. 100; Tyrosine $C^9H^{11}AzO^3$, 5 p. 100.

II. *Leucéines en* $C^nH^{2n-1}AzO^2$. — Nous avons extrait de ce mélange : Tyrosine, 0,27 p. 100; Alanine, 21 p. 100; Leucine, 31 p. 100; Acide pyrrolidine-carbonique ou proline $C^5H^9AzO^2$, 5,8 p. 100; Phénylalanine, 19 p. 100; Acide aspartique, 3,9 p. 100; Acide glutamique, 1,9 p. 100.

III. *Glucoprotéines en* $C^nH^{2n}Az^2O^4$. — Nous y avons trouvé : Alanine, 13 p. 100; Leucine, 12 p. 100; Proline, 0,2 p. 100; Phénylalanine, 7 p. 100; Acide aspartique, 5 p. 100; Acide glutamique, 12 p. 100.

IV. *Corps vitreux amorphe*. — C'est un mélange de polypeptides dont nous poursuivons l'étude et que nous pensons dédoubler en acides amidés définis et bien cristallisés. A ces polypeptides s'ajoutent des traces de leucine et de phénylalanine.

En résumé, il résulte de ces recherches que :

1° Les albumines s'hydrolysent par les alcalis comme par les acides,

sauf quelques particularités telles que la destruction par la baryte de l'arginine, stable en milieu acide.

2° Les leucéines et glucoprotéines de P. Schützenberger ne sont autre chose que des mélanges d'acides amidés. Les dénominations de leucéines et de glucoprotéines doivent donc disparaître du langage scientifique.

Les travaux du chimiste éminent, que nous venons de rappeler et d'éclairer sensiblement grâce à nos méthodes modernes, n'en ont pas moins ouvert la voie à l'étude rationnelle de ces corps albuminoïdes dont les dédoublements et la constitution étaient à peu près entièrement inconnus avant lui. Il a le premier établi que tous ces corps étaient constitués par des enchaînements de radicaux, oxygénés, carbonés et azotés, enchaînements aptes à se dédoubler par hydrolyse, et principalement, en acides aminés relativement simples, pour la majeure part cristallisables.

PHYSIOLOGIE. — *Influence du chocolat et du café sur l'acide urique.* Note de M. **Pierre Fauvel**, présentée par Edmond Perrier.

J'ai montré dernièrement que les purines des légumineuses, se comportant comme celles de la viande, augmentent notablement les purines urinaires, *surtout l'acide urique*, et rendent celui-ci facilement précipitable par les acides. Il m'a paru intéressant de rechercher si les méthylxanthines, telles que la théobromine (diméthylxanthine) et la caféine (triméthylxanthine) ont une action analogue.

Le même sujet que précédemment était mis d'abord, pendant plusieurs jours, au régime strictement végétal et sans purines dont j'ai donné le menu quotidien, tous les jours identique, comportant 39 à 40^{gr} d'albumine et 2000 calories environ par 24^{h} [1].

Après avoir ainsi déterminé son excrétion de purines et d'acide urique endogènes j'ai remplacé, pendant 5 jours, 20^{gr} de biscuit, 200^{gr} de pommes de terre et 20^{gr} de beurre de coco de sa ration par 100^{gr} de chocolat de première qualité, de façon à maintenir au même chiffre la quantité d'albumine et les calories.

La quantité de théobromine ingérée *quotidiennement* était alors, en moyenne, de $1^{gr},5$.

Dans une autre expérience, toujours avec la même ration sans purines, dans laquelle, seulement, 100^{gr} d'oranges avaient été remplacés par 150^{gr} de fraises et 10^{gr} de sucre, le sujet absorba en deux jours consécutifs l'infusion de 100^{gr} de café torréfié, moulu fin, soit 4 tasses le premier jour et 3 le deuxième, contenant *au total* $1^{gr},5$ de caféine.

Le tableau suivant résume ces expériences.

---

[1] *Comptes rendus*, 5 juin 1906.

	VOL.	ACIDITÉ en SO^4H^2	URÉE	ALBUMINE ingérée.	PURINES ingérées.	XANTHO-URIQUES	ACIDE urique.	ACIDE urique par HCl.	Na Cl	P^2O^5
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 jours sans purines. Moyenne	845	0,93	12,69	39,1	0,00	0,410	0,298	traces.	8,20	1,06
5 jours-chocolat 100 gr. Moyenne	684	1,26	10,02	39,3	1,50	0,585	0,284	0,000	8,80	1,20
Différence.	—161	+0,33	—2,67	»	+1,50	+0,175	—0,014	»	+0,61	+0,14
2 jours sans purines. Moyenne	875	1,41	13,96	39,5	0,00	0,500	0,349	0,000	9,62	1,80
2 jours café noir. Moyenne	1145	0,90	13,58	41	0,75	0,658	0,350	0,000	12,10	1,18
Différence	+270	—0,51	—0,38	»	+0,75	+0,158	+0,001	»	+2,48	—0,62

Avec le chocolat l'augmentation moyenne, par 24^h, des xantho-uriques a été de 0,175, représentant à peu près 1/7 (13,3 p. 100) des purines ingérées sous forme de théobromine. *L'acide urique n'a pas augmenté* et pendant les premiers jours il a même notablement diminué (0,253), mais une épreuve par le salycilate de soude semble indiquer qu'il s'agissait d'une rétention quotidienne de 0,026 des purines et de 0,031 d'acide urique, analogue à celle que nous avons constatée avec les légumineuses.

Tandis que, même au régime sans purines, on obtient parfois de faibles traces d'acide urique précipité par l'acide chlorhydrique, avec le chocolat cette précipitation ne se produisit jamais.

La caféine se comporte sensiblement de la même façon dans l'organisme. Si les xantho-uriques ont augmenté de 0,158 par jour avec le café, ce qui correspond à un tiers environ (36 p. 100) de la caféine ingérée, l'*excrétion de l'acide urique n'a pas augmenté*. Comme dans le cas précédent elle a même diminué d'abord, semblant indiquer une rétention de 0,017 de purines et de 0,076 d'acide urique, le premier jour. Ce dernier point devra être étudié plus spécialement. *L'acide urique ne précipite plus par HCl.*

Le travail musculaire (65 à 85^{km} à bicyclette, dans la matinée) n'a produit ni fatigue, ni raideur musculaire et n'a influencé en rien l'excrétion de l'acide urique, ni avec le chocolat, ni avec le café; il n'en était pas de même avec les haricots. Si nous comparons maintenant ces résultats à ceux de nos expériences sur les légumineuses nous constatons que la moitié des purines des haricots se retrouvent dans l'urine, l'*acide urique augmente dans une proportion encore plus considérable et il précipite facilement par les acides*. Au contraire, un tiers seulement de la caféine et un septième de la

théobromine se retrouvent dans l'urine sous forme de purines. Mais les méthylxanthines *n'augmentent pas l'acide urique et celui-ci ne précipite plus par HCl.*

Si l'on ajoute, *in vitro*, de la théobromine pure à une urine dont l'acide urique précipite facilement par l'acide chlorhydrique, on constate alors une diminution très sensible de la quantité précipitée par cet acide. Il en est de même si l'on ajoute de la théobromine à une solution titrée d'acide urique pur, avant de la traiter par HCl.

La caféine a une action analogue, mais moins marquée et très variable suivant les urines.

En résumé les méthylxanthines (théobromine et caféine) du chocolat et du café augmentent sensiblement les purines urinaires (xantho-uriques), *pas du tout l'acide urique et empêchent sa précipitation par les acides.* Leur influence, surtout pour la théobromine, est donc beaucoup moins pernicieuse pour l'organisme que celle des purines de la viande et des légumineuses qui donnent une forte proportion d'acide urique précipitant facilement.

Ces conclusions visent uniquement l'action de la théobromine et de la caféine sur l'acide urique et les xantho-uriques et non leur influence sur la digestion, la circulation et le système nerveux.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Loi de l'accroissement en volume dans les arbres.* Note de M. **François Kövessi**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Depuis plusieurs années déjà, nous avons étudié les lois de l'accroissement dans les arbres, et en général dans tous les végétaux. Tout dernièrement, nos études ont porté sur un tronc de *Robinia Pseudacacia* dont la croissance et les principaux facteurs biologiques avaient été observés depuis sa plantation (1890).

Après avoir déraciné cet arbre et en avoir fait des coupes transversales, de mètre en mètre, afin de déterminer la marche de l'accroissement en volume, nous avons, à l'aide d'un planimètre, mesuré la surface des anneaux annuels correspondant à chaque coupe.

D'après ces mesures on trouve que le rayon du cercle limité par l'anneau formé chaque année, ne s'accroît pas d'une façon constante, *mais que l'accroissement est une fonction linéaire du temps.*

En outre, nous avons fait une section longitudinale du même tronc, pour déterminer la croissance annuelle en hauteur, et nous en avons conclu

que cette croissance n'est pas rigoureusement proportionnelle au temps, bien que, *a priori*, dans des conditions biologiques constantes, cette croissance dût être représentée par une ligne droite.

En effet, si les conditions biologiques des cellules étaient constantes, et si la cellule placée à la périphérie du rayon (ici l'assise génératrice, et le méristème terminal) donnait naissance pour chaque unité de temps à une cellule nouvelle, le nombre des cellules s'accroîtrait en fonction linéaire, et si les cellules parvenaient toutes au même développement, le tronc présenterait un accroissement uniforme dans toutes les directions.

L'accroissement étant dans chaque direction linéaire, proportionnel au temps, l'accroissement en volume est proportionnel au cube du temps dans des conditions biologiques constantes :

$$V = M \cdot t^3.$$

Si l'on considère maintenant ce qui se passe dans la nature où les conditions biologiques varient continuellement, la valeur M ne sera plus une constante, mais sera elle-même une fonction du temps, et nous aurons la formule plus générale sur l'accroissement du tronc :

$$V = M(t) \cdot t^3.$$

ANNÉES	t	V	V'	$A(t) = \frac{V}{V'}$
1904	15	82399,342 cm³	82399,34200 cm³	1,000000
1903	14	70102,038	66993,71728	1,046397
1902	13	53604,402	53638,92014	0,999357
1901	12	41292,916	42188,46336	0,978773
1900	11	30581,098	32495,85922	0,941077
1899	10	23083,449	24414,62000	0,945476
1898	9	16547,264	17798,25798	0,929713
1897	8	11090,207	12500,28544	0,887196
1896	7	7388,775	8374,21466	0,882325
1895	6	3888,923	5273,55792	0,737439
1894	5	1863,381	3051,82750	0,610579
1893	4	909,242	1562,53568	0,581902
1892	3	343,980	659,19474	0,521820
1891	2	105,432	195,31696	0,539800
1890	1	12,894	24,41462	0,528127

Dans le tableau ci-joint V représente les volumes mesurés directement, et V' ceux calculés en multipliant le cube du temps par une constante M_{15} déduite de la formule $M_{15} = \frac{V_{15}}{t_{15}^3} = 24,41462$ et qui représente la valeur moyenne de l'état biologique de 15 années. Le rapport $A(t) = \frac{V}{V'}$ indique la variation biologique annuelle.

On conçoit que les fonctions $M(t)$ et $A(t)$ soient soumises à deux sortes de variations, l'une fluctuante, l'autre décroissante. La fluctuation est causée surtout par la variation des agents climatériques et la décroissance par la pression constante, exercée par les anneaux extérieurs, vers l'intérieur, qui fait réduire ceux situés en dedans.

On voit qu'en déterminant la valeur générale M et la variation $A(t)$ des agents biologiques d'un tronc d'arbre, on pourra exprimer le volume de ce tronc par la formule

$$V = A(t) . M . t^3 \qquad (5)$$

le volume $V_1, V_2, V_3 \ldots$, correspondant aux temps $t_1, t_2, t_3 \ldots$

Étant donné qu'on peut considérer chaque arbre comme un système formé de plusieurs troncs, primaires, secondaires, tertiaires... développés l'un sur l'autre, on peut appliquer à chacun d'eux séparément cette même loi, qui se rapporte à l'arbre tout entier, en y ajoutant la loi de ramification des arbres.

L'accroissement complet W de l'arbre sera donc dans ce cas :

$$W = \sum_{i=0}^{N(t)} M(t) . t^3 \qquad \text{ou de même} \qquad W \sum_{i=0}^{N(t)} A(t) . M . t^3$$

où $N(t)$ exprimera le nombre des branches, c'est-à-dire la loi de ramification du tronc en fonction du temps.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Étude spectroscopique des pigments verts des graines mûres*. Note de M. **W. Lubimenko**, présentée par M. Gaston Bonnier.

M. Monteverde[1] et M. Greilach[2], par des recherches spectroscopiques sur les plantes étiolées, ont démontré que celles-ci contiennent une petite quantité d'un pigment particulier qui est caractérisé par des bandes d'absorption dans la partie la moins réfrangible du spectre. Ces auteurs pensent que le pigment, la *protochlorophylle* [Monteverde] ou l'*étioline* [Greilach] se transforme, sous l'influence de la lumière, en chlorophylle. Cependant leurs expériences ne donnent pas assez de documents pour

(1) *Acta Horti Petropolitani*, vol. XIII, n° 2, 1894.

(2) *Sitzungsberichte d. Kaiserlich. Akademie d. Wissenschaften, Wien. Mat. nat. Kl.* Vol. *CXIII,* Abt. 1, März, 1904, p. 121-168.

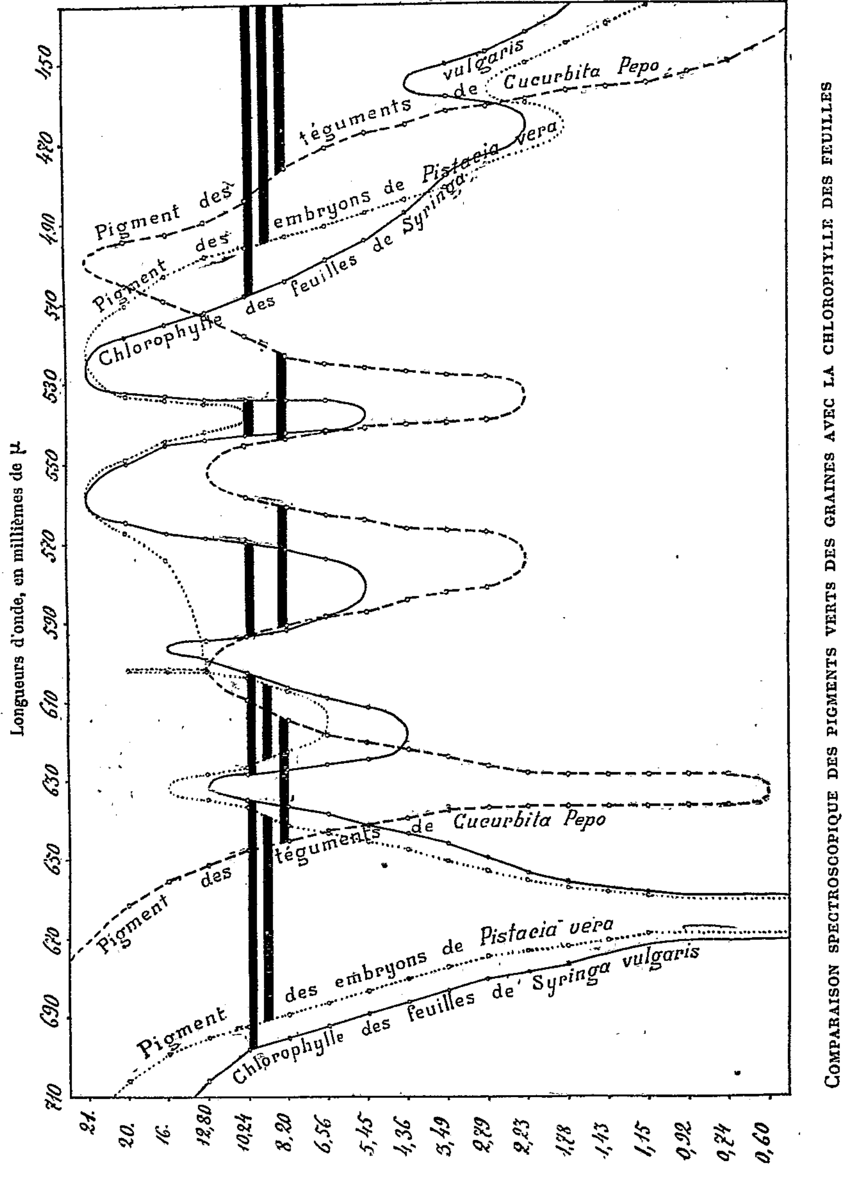
légitimer suffisamment cette conclusion. C'est pourquoi il m'a paru intéressant de chercher, dans la nature même, des cas où la chlorophylle se forme à une obscurité plus ou moins grande. La formation de pigment vert dans des parties de la plante verte où ne pénètre pas la lumière a une importance évidente parce qu'il s'agit alors de conditions naturelles et non pas d'un cas anormal comme dans l'étiolement. Tout d'abord j'ai eu l'idée de faire l'étude spectroscopique des pigments verts des graines mûres. Je me suis servi d'un spectroscope à vision directe. Pour faciliter l'étude des solutions très étendues j'ai employé un appareil particulier au moyen duquel j'ai pu faire varier à volonté l'épaisseur du liquide traversé de o jusqu'à 21^{cm}. Au lieu de faire les observations directes des spectres j'ai appliqué la photographie, supprimant ainsi toute erreur d'appréciation personnelle.

En examinant au préalable des graines de 110 familles [de Dicotylédones, de Monotylédons et de Gymnospermes] j'ai trouvé des embryons contenant des pigments verts dans les familles suivantes : *Dipsacées*, *Apocynées*, *Convolvulacées*, *Malvacées*, *Géraniacées*, *Acérinées*, *Staphyléacées*, *Célastrinées*, *Crucifères*, *Méliacées*, *Anacardiacées* et *Légumineuses*. Dans la plupart des cas, les embryons ont une couleur jaunâtre à cause de prépondérance des pigments jaunes. Cependant les embryons de *Cephalaria tatarica*. *Geranium columbinum*, *G. pratense* et *G. palustre*, *Acer platanoides* et *A. Pseudo-Platanus*, *Staphylæa pinnata* sont colorés en vert très vif.

Je réduis en poudre les embryons desséchés et je les traite plusieurs fois par de la benzine qui dissout d'abord les huiles et les pigments jaunes avant que la chlorophylle elle-même commence à se dissoudre. Puis je sèche la poudre sur du papier filtre et j'extrais la chlorophylle par l'alcool absolu. La solution ainsi préparée présente une couleur verte foncée avec une fluorescence jaune bleuâtre ; la fluorescence rouge, au contraire, reste très faible. Les courbes ci-contre faites d'après des photographies des spectres font comprendre quelles sont les radiations absorbées par les diverses solutions à des épaisseurs différentes. Les abscisses représentent les longueurs d'ondes, les ordonnées représentent les épaisseurs de liquide traversées par la lumière. Afin de préciser par un exemple j'ai indiqué par des bandes noires, à des épaisseurs voisines, pour les trois solutions, les régions où la lumière est absorbée.

On voit par l'examen de ces courbes que l'absorption par le pigment des embryons diffère de celle de la chlorophylle des feuilles : le caractère de la bande est très varié entre les longueurs d'ondes $602^{\mu\mu}$ et 567 . Cette bande est plus large et beaucoup moins profonde que la bande correspondante du pigment des feuilles; en outre elle se fond avec la bande $632^{\mu\mu}$-$602^{\mu\mu}$, de sorte qu'on ne peut pas voir ces deux bandes séparément comme on les voit dans la chlorophylle des feuilles. Sous l'influence des rayons directs

du soleil, la dissolution alcoolique du pigment des embryons perd complètement sa couleur au bout de quelques heures.



Epaisseurs des solutions, en centimètres.

COMPARAISON SPECTROSCOPIQUE DES PIGMENTS VERTS DES GRAINES AVEC LA CHLOROPHYLLE DES FEUILLES

En dehors des embryons on trouve aussi des pigments verts dans les

cellules mortes des téguments des graines. Le pigment ainsi déposé dans des graines de *Cannabis sativa* a présenté les mêmes caractères optiques que le pigment des embryons d'autres plantes. Au contraire, la couleur verte des couches intérieures des téguments des Cucurbitacées [*Cucurbita*, *Sicyosperma*, *Luffa*, *Trichosanthes*] a paru tout à fait particulière. La dissolution alcoolique du pigment paraît dans ce cas identique extérieurement à celle de la chlorophylle des feuilles; seulement la fluorescence rouge est beaucoup plus forte. Mais l'absorption de lumière est bien différente. Dans la partie comprise entre le rouge et le vert du spectre, on voit trois bandes d'absorption au lieu de quatre pour la chlorophylle. La première est placée juste entre les deux premières bandes de la chlorophylle; la seconde et la troisième, au contraire, correspondent à peu près à la troisième et à la quatrième de la chlorophylle. La première bande correspond exactement à celle de la protochlorophylle d'après les indications de M. Monteverde. Si l'on expose la solution alcoolique assez concentrée à la lumière du soleil elle perd sa fluorescence rouge et conserve une couleur verte d'une intensité très atténuée. Le changement d'absorption de la lumière après cette exposition au soleil est le suivant : la première bande [$640^{\mu\mu}$-$620^{\mu\mu}$] disparaît, la deuxième [$588^{\mu\mu}$-$565^{\mu\mu}$] s'élargit beaucoup vers le rouge [jusqu'à $610^{\mu\mu}$] et devient double ; la troisième reste à sa place. En outre apparaît une quatrième bande entre les longueurs d'ondes $661^{\mu\mu}$ et $651^{\mu\mu}$, c'est-à dire presque à la place de la première bande de la chlorophylle. L'absorption du bleu et du violet est affaiblie, mais conserve le même caractère.

Comme on le voit, les pigments verts formés dans des parties plus ou moins soustraites à la lumière chez des plantes ayant poussé dans les conditions normales diffèrent de la chlorophylle des feuilles. Sont-ils des produits de l'altération ou au contraire des stades de la formation de la chlorophylle? C'est ce qui reste à élucider.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'identité de structure des galles involucrales et des galles des pousses feuillées chez les Euphorbes.* Note de M. **C. Houard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Chez un certain nombre d'Euphorbes, les larves d'un diptère de la famille des Cécidomyidés, le *Perrisia capsulæ* Kieff., produisent deux sortes de cécidies, les unes situées à l'extrémité des pousses feuillées, les

autres engendrées aux dépens des involucres [1]. Et comme les bractées soudées involucrales ne sont autres que des feuilles adaptées à une fonction spéciale, il est intéressant de rechercher par la méthode anatomique si le cécidozoaire agit de façon identique dans ces productions gallaires formées toutes les deux aux dépens d'éléments ayant même origine.

1° Galle de l'involucre. — Cette galle a été signalée par divers auteurs (Hieronymus, Massalongo, Cecconi, Baldrati, Houard) sur *Euphorbia Cyparissias* L., *E. Esula* L. et *E. Pithyusa* L. Les cécidies des deux premières Euphorbes affectent la forme d'une bouteille allongée ou ventrue, de 5 à 8^{mm} de hauteur; celle de la dernière a l'aspect d'une corne effilée et recourbée, atteignant jusqu'à 15^{mm} de longueur.

L'*involucre normal d'E. Cyparissias* possède, en coupe transversale, un contour polygonal irrégulier, à côtes saillantes, et une paroi épaisse d'un dizième de millimètre seulement, garnie à l'intérieur d'un épiderme souvent muni de poils et à l'extérieur de cellules surélevées en de courtes papilles.

Dans une galle jeune, l'*involucre parasité* est à peu près circulaire et entoure une grande cavité larvaire. Sa paroi possède des faisceaux libéro-ligneux hypertrophiés, irrégulièrement espacés et une épaisseur assez considérable (un demi-millimètre environ) due surtout aux cellules situées sous l'épiderme interne qui s'allongent en direction radiale et se cloisonnent trois ou quatre fois parallèlement à la surface libre. L'intensité de ce cloisonnement est tel qu'il provoque parfois l'apparition de cloisons dans l'épiderme. L'accroissement en largeur de la paroi tient à l'étirement tangentiel et au cloisonnement perpendiculaire d'un grand nombre de cellules également sous-épidermiques. Le résultat de tous ces cloisonnements est de donner naissance à de petites cellules, serrées les unes contre les autres, au sein desquelles une différenciation active se poursuivant, se traduit, dans les cécidies âgées, par l'apparition de deux zones à caractères histologiques bien tranchés :

1° Au bord de la cavité larvaire, une large bande de *tissu nourricier*, comprenant les plus internes des cellules cloisonnées et l'épiderme lui-même; le protoplasma abondant de toutes ces cellules enveloppe un noyau irrégulier, toujours très hypertrophié, à nucléole bien net, et sert à la nutrition des larves de *Perrisia* contenues dans l'involucre anormal;

2° En dehors de cette zone, une bande étendue de fibres courtes, scléreuses, à parois épaisses et bien lignifiées, percées de nombreuses et larges ponctuations, constitue un véritable *tissu protecteur*.

Les mêmes zones nutritive et protectrice se retrouvent dans les galles de l'*E. Esula*

(1) On sait que dans le genre *Euphorbia*, les pousses florifères sont terminées par une ombelle composée dont les rayons portent des inflorescences entourées chacune par des bractées soudées en un involucre.

et de l'*E. Pithyusa;* dans cette dernière cécidie pourtant, les fibres scléreuses sont particulièrement bien développées.

2° GALLE DE LA POUSSE FEUILLÉE. — Les larves du *Perrisia capsulæ* engendrent à l'extrémité des pousses feuillées de trois espèces d'Euphorbes (*E. Cyparissias. E. Esula* et *E. nicæensis* All.) des cécidies cylindriques, en forme de capsule brusquement rétrécie dans la région apicale. Ces galles sont verdâtres, glabres, longues de 10 à 15^{mm} et d'un diamètre transversal de 3 à 5. On les connaît d'Autriche, d'Allemagne, d'Italie, de Portugal, d'après H. Löw, F. Löw, Mik, Schlechtendal, Hieronymus, Massalongo, Tavares, etc.

L'aspect extérieur de la cécidie en capsule de l'*E. Cyparissias* et les côtes longitudinales en nombre variable qui ornent sa surface montrent déjà qu'elle résulte de concrescences foliaires. L'anatomie le prouve aussi, car, en section transversale, sous ces petites côtes apparaissent de minimes cavités, restées parfois en relation avec l'extérieur, qui indiquent la soudure incomplète d'une feuille avec la paroi gallaire constituée par d'autres feuilles hypertrophiées et entièrement fusionnées. En outre, l'épiderme externe de la galle possède des stomates espacés, à cellules arrondies et à ostioles largement ouverts, rappelant ceux que l'on rencontre à la face inférieure des feuilles hypertrophiées des cécidies en forme de bourgeon produites sur la même Euphorbe par des diptères voisins (*Perrisia capitigena*, par exemple). La surface interne montre également, de place en place, des stomates imparfaits, arrêtés dans leur développement.

La paroi de la galle atteint une grande épaisseur (parfois un millimètre) due surtout à l'hypertrophie et au cloisonnement rapide des cellules situées sous l'épiderme interne. Les cellules les plus rapprochées de la cavité larvaire possèdent un noyau hypertrophié assez irrégulier et un protoplasma abondant : elles constituent avec l'épiderme une *couche nourricière* utile aux parasites. En dehors de cette zone, de grandes cellules riches en grains d'amidon acquièrent des parois épaisses, fortement lignifiées et se différencient peu à peu, dans les galles âgées, en une véritable *couche protectrice*. Il est remarquable de voir ces deux tissus si différents se constituer aux dépens de cellules destinées normalement à évoluer en cellules de tissu palissadique, si l'action cécidogène ne s'était pas fait sentir sur elles de très bonne heure.

La cécidie de l'*Euphorbia Esula* possède la même structure.

En résumé, l'action cécidogène engendrée par les larves du *Perrisia capsulæ* agit de façon identique tant sur les feuilles de l'extrémité des pousses des Euphorbes que sur les bractées soudées de leurs involucres, et les transforme en galles. Dans les deux cas, la grande épaisseur des parois gallaires tient au cloisonnement actif des cellules sous-épidermiques internes ; dans les deux cas aussi, la différenciation précoce des nouvelles cellules formées donne naissance à une *couche nourricière* (interne), voi-

sine des parasites et à une *couche scléreuse protectrice* (externe) en rapport avec la région vasculaire.

BIOLOGIE. — *Biologie larvaire et métamorphoses de* Siphona Cristata *Fabr. Adaptation d'une Tachinaire à un hôte aquatique diptère : un nouveau cas d'ectoparasitisme interne.* Note de M. **E. Roubaud**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Les observations relatives au mode de vie larvaire des Diptères du genre *Siphona* Meig. s'accordent à faire considérer ces Tachinaires comme des parasites propres des Papillons. Cependant, par une exception curieuse et inexpliquée, *Siphona cristata* Fabr., espèce antérieurement obtenue par deux auteurs de chenilles de Lépidoptères, est signalée par Beling (1886) comme provenant de larves de *Tipula gigantea* Schr. Un cas de parasitisme aussi spécial pouvait être envisagé comme un fait accidentel.

Nous avons pu, cet hiver, confirmer sur un abondant matériel cette observation isolée et déceler d'intéressants rapports anatomiques, indiquant une adaptation spécifique de la larve de Muscide à son hôte aquatique.

Les larves de *Tipula gigantea* Schr. vivent dans les ruisseaux, sous les pierres, ne prenant contact avec l'air extérieur que par leur couronne stigmatifère caudale, qui s'épanouit, par intervalles, à la surface de l'eau. Au début de l'hiver, on peut déjà, chez beaucoup d'entre elles, constater par transparence la présence des *Siphona*. En ouvrant une larve infestée, on aperçoit ces parasites sous forme de petits corps allongés, d'un jaune orangé, d'environ 1^{mm}, en relation constate avec les deux troncs principaux du système trachéen métapneustique de l'hôte. A ce stade relativement jeune, chaque parasite est encore complètement inclus dans un kyste fermé, membraneux, fixé au cordon trachéen par une sorte de calice chitineux dont le fond s'ouvre dans la trachée.

Chez les larves plus âgées, en croissance active, le kyste, détruit antérieurement, n'abrite plus que la région postérieure ; le calice chitineux devenu plus épais emboîte étroitement l'extrémité postanale du parasite, allongée en un court siphon respiratoire bisegmenté. De la sorte, baignant directement dans le sang de l'hôte, les larves de *Siphona* continuent à vivre aux dépens de l'air de ses trachées.

Au moment de la nymphose, les parasites se détachent de leur organe de

fixation, et perforant avec leur tête les téguments de leur hôte épuisé, se répandent dans la terre humide. Leur sortie doit coïncider dans la nature avec l'époque où la larve de Tipule a quitté elle-même le cours d'eau pour se transformer dans la terre. La nymphose s'effectue superficiellement et dure environ 3 semaines.

Il est logique de penser que les œufs de la Tachinaire sont déposés sur la couronne stigmatifère de la Tipule, et qu'à leur éclosion les parasites s'introduisent par les stigmates dans le tronc trachéen qui leur fait suite; là, leurs efforts propres, suivis de réaction inflammatoire, amènent la formation d'une petite excroissance trachéenne, origine du kyste et de son calyce.

La structure histologique de ces organes permet en effet d'affirmer leur nature trachéenne. A la base, les cellules hypodermiques sont abondamment développées et en plusieurs couches. La sécrétion chitineuse ne forme plus, par suite, un simple filament spiral, mais une couche continue, épaisse et noire, de chitine : c'est cette région qui constitue proprement le calyce. Antérieurement, l'épaisseur de la paroi kystale s'atténue, comme par étirement de la formation précédente, jusqu'à se réduire à une mince couche chitineuse incolore où l'on ne distingue plus que quelques ilots de cellules hypodermiques. Des débris de mues s'ajoutent à l'ensemble.

Le rapprochement s'impose entre le calyce des *Siphona* et les organes de fixation décrits par divers auteurs pour d'autres Diptères entomophages [1]. Mais la constatation faite ici d'un kyste clos à l'état jeune, permet une compréhension plus évidente de la nature de ces divers organes; elle sanctionne d'une manière heureuse la comparaison établie par MM. Giard et Bonnier [2] : Le parisitisme larvaire des *Siphona* constitue un nouvel exemple d'ectoparasitisme interne, en tous point homologue à celui, bien connu, des Crustacés Entonisciens.

Par l'ensemble des caractères de spécialisation accentuée qui le définissent, le parasitisme de *Siphona cristata* Fabr. chez les larves aquatiques de Tipules, apparaît comme la condition normale du maintien de l'espèce. Les cas de paratisme également signalés chez les Lépidoptères pour cette même Tachinaire peuvent être dès lors interprétés comme des exemples de suppléance parasitaire avec retour au mode de vie primitif de l'espèce, quand les hôtes d'élection sont rares ou encore incomplètement developpés.

---

(1) En particulier, le siphon décrit chez les Ocyptères par L. Dufour, et chez les Gymnotomes par Künckel d'Herculais; le calyce fixateur étudié par Cholodkowsky chez une Tachinaire parasite des Carabes.

(2) *Contribution à l'Étude des Bopyriens*. Lille, 1887.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Influence de l'acide phosphorique, des phosphates mono et trisodiques sur les échanges nutritifs.* Note de M. **A. Desgrez** et de Mlle **Bl. Guende**, présentée par M. Bouchard.

L'étude de la dyscrasie acide nous a conduits à rechercher encore, dans les mêmes conditions d'expériences, l'influence exercée sur la nutrition par l'acide phosphorique et deux de ses sels, le phosphate acide et le phosphate neutre.

Nos expériences ont porté sur quatre séries de 6 cobayes en voie de développement, de même âge et de sexe mâle. Tandis que les animaux de la première série servaient de témoins, chaque cobaye des trois autres séries a reçu, par la voie stomacale et sous forme pilulaire, $0^{gr},05$ d'anhydride phosphorique, soit à l'état d'acide pur, soit à l'état de phosphate mono ou trisodique. Les expériences, continuées pendant 7 mois sur les mêmes animaux, ont été coupées par deux périodes de repos de quinze jours chacune. Quant à la nourriture, elle était de même composition : pour chaque lot, 600^{gr} de choux et du son à discrétion. Bien qu'il fût donné en excès, les pesées ont montré que ce dernier aliment était consommé en quantités à peu près égales par chaque série d'animaux.

Nous présentons, dans le tableau ci-dessous : 1° les variations de poids des cobayes depuis le 1er novembre 1905 jusqu'au 28 mai 1906 ; 2° les moyennes fournies par la mesure des volumes d'urine éliminés et les dosages des principaux éléments ; 3° les rapports de ces divers éléments entre eux [1].

	Animaux recevant			Témoins
	PO^4H^3	PO^4NaH^2	PO^4Na^3	
Variations de poids p. 100	75,4	82,7	81,9	86,8
Volumes d'urine p. kilog	$41^{cm^3},0$	$40^{cm^3},0$	$30^{cm^3},9$	$41^{cm^3},0$
Azote total p. kil. et 24 heures	$0^{gr},385$	$0^{gr},355$	$0^{gr},306$	$0^{gr},225$
Albumine détruite	2,59	2,39	2,06	1,52
Azote de l'urée	0,273	0,263	0,217	0,173
Acide phosphorique	0,121	0,107	0,106	0,095
Soufre total en SO^3	0,289	0,273	0,234	0,284
Soufre peroxydé en SO^3	0,229	0,200	0,159	0,194
Soufre neutre	0,060	0,073	0,075	0,090
Résidu sec	2,29	2,12	2,25	2,33
Cendres	1,42	1,17	1,01	1,40
Coefficient azoturique	0,71	0,74	0,71	0,77

(1) Avec la nature des aliments variable avec les saisons, ces rapports peuvent différer chez le cobaye comme chez l'homme, d'où la nécessité d'avoir toujours une série de témoins pour l'expérience en cours.

	Animaux recevant			Témoins
	PO^4H^3	PO^4NaH^2	PO^4Na^3	
Rapport $\frac{P^2O^5}{Az^t}$	0,31	0,30	0,34	0,42
Rapport $\frac{SO^3}{Az^t}$	0,75	0,76	0,76	1,25
Rapport $\frac{SO^3}{SO^3 \text{ tot.}}$ (soufre perox.)	0,80	0,73	0,77	0,72
Coefficient de déminéralisation	0,61	0,55	0,45	0,60

Interprétation des résultats. — 1° L'élaboration de la matière azotée est augmentée par les trois composés minéraux du phosphore : à cet égard, c'est le sel neutre qui a la moindre influence ; celle-ci augmente progressivement avec l'acidité de la molécule. Le rapport azoturique indique une élaboration moins parfaite de l'albumine quand celle-ci est détruite en plus grande proportion. Comme les animaux prennent sensiblement la même alimentation, il résulte, de cette destruction plus intense de l'albumine, une moindre augmentation de poids atteignant son maximum avec l'acide phosphorique. L'abaissement des rapports $\frac{P^2O^5}{Az}$ et $\frac{SO^3}{Az}$ paraît indiquer une épargne relative des albumines phosphorées et les plus riches en soufre. Rappelons qu'avec l'acide chlorhydrique et les acides organiques, nous avions obtenu un ralentissement de destruction de la matière azotée, un abaissement du rapport azoturique et une désagrégation plus intense des composés phosphorés et sulfurés.

2° Le coefficient d'oxydation du soufre est augmenté par PO^4H^3 et un peu moins par ses dérivés. Il ne suit donc pas les variations du rapport azoturique, ce qui semble indiquer que la partie sulfurée de la molécule albuminoïde ne se désintègre pas toujours par le même processus chimique que sa partie azotée.

3° La déminéralisation de l'organisme n'a pas été augmentée par PO^4H^3 comme elle l'est par l'acide chlorhydrique et les acides organiques. Le phosphate acide et, surtout, le phosphate neutre de soude diminuent, au contraire, notablement la perte des éléments minéraux.

4° Les moindres volumes d'urine éliminés correspondent au phosphate trisodique. L'alimentation étant la même, nous avons pensé que ce dernier sel provoque une plus grande fixation d'eau par les tissus. Un mélange en proportions équivalentes de foie, de muscle et de rein prélevé sur les témoins et sur les animaux recevant le phosphate neutre a donné, à la

dessiccation, 73 p. 100 d'eau chez le témoin et 74,63 chez l'animal en expérience.

PHYSIOLOGIE. — *Influence de l'ovaire sur la nutrition. Synergie thyro-ovarienne*, par MM. **Charrin** et **Jardry**, présentée par M. d'Arsonval.

Au cours de la gestation les échanges nutritifs peuvent se modifier, parfois légèrement se ralentir. C'est tantôt la graisse, qui insuffisamment élaborée s'accumule et engendre l'obésité; tantôt une incomplète consommation du sucre provoque la glycosurie; dans d'autres cas, l'accroissement des acides est susceptible de solubiliser certains principes, de déterminer des lésions du squelette et exceptionnellement de faire naître l'ostéomalacie [1].

Observation I. — Parmi beaucoup d'autres, quelques analyses d'urines nous ont montré que, chez de jeunes femmes, au voisinage du terme et soumises à un régime mixte, le volume quotidien de la sécrétion rénale peut dépasser 1600 [2] et la quantité d'urée fléchir à $18^{gr},17$. Parallèlement, des personnes hors de l'état de grossesse et placées dans des conditions d'existence comparables émettent, en général, moins de 1500, mais l'urée s'élève à 20^{gr}, à 22^{gr}.

Comme il s'agit de phénomènes en quelque sorte propres à la gestation, on est conduit à rechercher si, parmi les organes subissant l'influence de la conception, aucun n'agit sur la nutrition. A ce point de vue et pour divers motifs, au premier rang figurent les ovaires, qui à leur rôle de glandes externes de plus en plus paraissent ajouter des attributs de sécrétion interne localisés dans le corps jaune ou le tissu conjonctif (Frœnkel, Prenant, Regaud, Ancel, Bouin, etc.). D'ailleurs, l'expérimentation met en lumière l'influence de ces glandes sur les échanges cellulaires.

Expérience A. — Chez 4 lapines on pratique une double ovariotomie [3] et, la guérison achevée, on recueille leurs urines. Or, tandis que, par 24^h, l'urée des femelles normales, vivant de la même façon, avoisine 0,63 et $\frac{AzU}{AzT}$ 0,78, les chiffres de ces opérées sont respectivement 0,54 et, pour ce rapport, 0,67.

---

(1) D'après nos recherches, semblables à celles de Zanda, c'est en partie à la déminéralisation du système nerveux qu'est attribuable l'excès de sensibilité des femmes enceintes aux intoxications d'origine externe (strychnine) ou interne (éclampsie, etc.)

(2) A ce sujet, les causes de variations sont nombreuses; suivant l'espèce, le régime, etc., il est possible de constater une faible oligurie.

(3) La persistance d'un minime fragment peut vicier les résultats.

Dans l'espèce humaine cette double castration tend à entraîner des résultats nettement comparables.

OBSERVATION II. — On impose les mêmes conditions d'existence à une femme de 29 ans, pâle, plutôt grasse, ovariotomisée depuis 4 ans et, d'autre part, à l'une de ses sœurs, âgée de 31 ans, bien portante, sans tare appréciable.

L'analyse révèle que, chez la première, l'urée de la journée se maintient au-dessous de 20^{gr} et, chez la seconde, atteint 21^{gr},85.

Cette proportion ne dépasse pas 18^{gr} chez une seconde ovariotomisée, opérée depuis 2 ans et paraissant en bonne santé.

Ainsi, durant la gestation l'activité des mutations nutritives s'atténue; d'un autre côté la suppression des ovaires modifie ces mutations dans le même sens. Par suite, comme au cours de la grossesse, ces ovaires sont en quelque sorte partiellement supprimés, il est permis de rapporter à cette partielle disparition le ralentissement des échanges qu'on peut observer pendant la gestation.

Du reste, grâce à une méthode inverse, où l'addition remplace la soustraction, il est possible de faire pour ainsi dire la preuve de la réalité de ces phénomènes.

EXPÉRIENCE B. — Durant 8 jours, à 10 cobayes on injecte, sous la peau, 1$^{cm^3}$ d'une solution aqueuse et salée d'extrait ovarien, soit 0,01 du parenchyme d'un ovaire de jument. Chez 2 autres cobayes on fait pénétrer de semblables volumes de sérum artificiel (1).

En dépit des excitations qu'imposent à la désassimilation les sels minéraux de ce sérum, par animal et par 24^{h}, l'urée de ces deux témoins se limite à 0^{gr},33, $\frac{\text{Az.U.}}{\text{Az.T}}$ à 0,70 et la perte de poids à 5^{gr}. En revanche, tous supérieurs, les chiffres correspondants de ces 10 cobayes traités s'élèvent à 0,42, pour le rapport azoturique à 0,74 et 31 pour l'amaigrissement.

En administrant de l'ovaire de vache (2), en 2 semaines et par tête, 3 cobayes ont perdu 94^{gr}, pendant que des témoins, soumis à l'influence de *l'eau salée*, n'ont diminué que de 7^{gr}.

---

(1) Ce sérum est simplement, suivant l'usage, une solution aqueuse de matières minérales (dans l'espèce 7,5 de chlorure de sodium par litre), mais, en dépit du terme *sérum*, il ne contient pas d'albumine.

(2) La provenance des principes utilisés imprime parfois aux résultats quelques variations, variations qui dépendent aussi d'une série de facteurs (voies d'entrée, rapidité, surtout nombre des injections ou ingestions, à d'autres égards état de la nutrition, des réactions, etc., de la femme observée).

Chez la femme enceinte, l'ingestion d'ovaire engendre de semblables effets.

Observation III. — Tout en maintenant le même régime, quotidiennement on fait prendre à des femmes, près du terme, des produits ovariens. Or, durant les journées qui suivent, l'urée passe de 18 (dose constatée avant ces ingestions) à 23^{gr} et le coefficient azoturique de 0,83 à 0,89.

Donnée intéressante, au point de vue de cette action sur les échanges, le corps thyroïde est apte à remplacer les glandes génitales.

Observation IV. — Une femme enceinte ingère une dose quotidienne de 5^{gr} d'extrait thyroïdien; dès la quatrième journée l'urée des 24^{h} de $19^{gr},80$ s'élève à $22^{gr},45$.

L'hyperfonctionnement de ce corps thyroïde peut suffire à déterminer de tels effets.

Observation V. — Chez une femme au voisinage de l'accouchement et paraissant en assez bonne santé, une maladie de Basedow a provoqué une légère hypertrophie thyroïdienne. Or, cette personne émet $23^{gr},70$ d'urée, quantité quotidienne supérieure à la moyenne habituellement enregistrée.

On voit donc que, si la mise au repos ou l'ablation des ovaires ralentissent les mutations nutritives, par contre l'introduction dans l'économie de proportions relativement considérables de tissu ovarien accélère ces mutations. D'autre part, à cet égard, il est manifeste que le corps thyroïde est susceptible de suppléer ces organes.

Ces données trouvent leur application au cours de la grossesse, qui naturellement amoindrit le fonctionnement ovarien, fréquemment atténue l'activité de la nutrition et fréquemment aussi s'accompagne d'une minime hypertrophie ou tout au moins d'une sorte d'excitation physiologique de l'appareil thyroïdien. D'après nos propres recherches, rapprochées des travaux de Guiyesse et des faits de Théodossiew, il semble même que les capsules surrénales peuvent prendre part à ce complexus [1].

Ainsi, pour mieux accomplir leur mission relative au maintien de l'intégrité des mutations nutritives, ces organes, ces glandes internes, paraissent reliés par de véritables synergies.

(1) A ce sujet, rappelons (notions encore vagues) qu'on a parfois signalé des modifications de l'hypophyse, du corps pituitaire (Fischera), en rapport avec l'état de l'appareil utéro-ovarien; rappelons aussi qu'on a indiqué des relations du thymus et des testicules (Paton, Anderson), etc.

BOTANIQUE FOSSILE. — *Caractéristiques du stipe de l'*Adelophyton Jutieri B. R. [1]. Note de M. **Paul Bertrand**, présentée par M. R. Zeiller.

Les caractéristiques du stipe de l'*Adelophyton Jutieri* B.R. peuvent s'énoncer ainsi qu'il suit [2] :

1. — Un anneau libéro-ligneux normal discontinu; cet anneau est jalonné par 8 groupes anastomotiques, qui se succèdent dans l'ordre :

$$n-6,\ n-3,\ n-8,\ n-5,\ n-2,\ n-7,\ n-4,\ n-1,$$

le cycle étant $\Omega = \frac{8}{21}$ dextre.

Le groupe n — 1 ne contient que du liber; tous les autres groupes contiennent du bois et du liber. A ces 8 groupes s'ajoutent 5 masses réparatrices simples exclusivement libériennes, qui s'intercalent dans les intervalles : 1, 3, 4, 6, 7 ; la seconde et la quatrième sont unies respectivement à la droite de $n-8$ et de $n-7$; les autres sont isolées.

2. — Il y a une trace foliaire complètement individualisée comme pièce sortante, à la gauche de chaque groupe anastomotique. Son numéro d'ordre est celui de l'anastomose diminué de 8 unités, d'où la succession

$$n-14,\ n-11,\ n-16,\ n-13,\ n-10,\ n-15,\ n-12,\ n-9.$$

3. — Chaque trace foliaire individualisée comprend une masse libérienne et une masse ligneuse; le bois est placé en avant du liber sur le même rayon; il consiste en 5 îlots de trachéides scalariformes : 1 médian postérieur, 2 latéraux postérieurs, 2 latéraux antérieurs. Contrairement à l'indication du regretté Renault, il n'y a pas de trachées dans ces groupes : ils sont *apolaires;* ils sont unis entre eux par des fibres primitives épaissies. Le liber, séparé du bois par des éléments sclérifiés, forme un îlot unique, à protophloème central, à éléments périphériques disposés en séries rayonnantes, donnant l'impression d'une zone cambiale ; cet alignement est déterminé par des conditions mécaniques : il n'y a ni bois, ni liber secondaires.

4. Chaque ensemble anastomotique, à l'exception du groupe $n-1$, comprend une masse libérienne et une masse ligneuse; la masse ligneuse représente la totalité du bois d'une trace foliaire, individualisé dans toutes ses parties, avec ses 5 îlots de trachéides scalariformes. La masse libérienne est constituée par les masses réparatrices droite et

---

[1] B. Renault, *Sur un nouveau genre de tige fossile.* (*Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Autun*, 1900, pages 405 à 424, planches VI à X.)

[2] Ces caractéristiques sont tirées des préparations 1 à 10 de la boîte 193 de la collection B. Renault, en particulier de la préparation 1; cette coupe du stipe a été collée sur le slide par sa face supérieure et doit être être retournée pour l'examen.

gauche, R_d^x et R_g^x, du liber de la trace foliaire. Ce n'est qu'à un niveau plus élevé, là où elle quitte l'anneau libéro-ligneux, que le liber de la trace s'individualise définitivement. Il y a 21 cordons libériens réparateurs à parcours sinusoïdal, savoir : 8 anastomoses de 2 cordons et 5 cordons simples.

5. — Il n'y a qu'une seule masse réparatrice ligneuse ; elle est isolée à l'intérieur de l'anneau libéro-ligneux ; elle est désignée par la lettre *a* sur la figure 1, planche VII, de Renault ; elle détache suivant le rayon une masse ligneuse plus grosse que la portion restante : c'est le bois de la trace foliaire *n* — 1 ; ce bois, déjà individualisé, viendra se placer devant le groupe anastomotique *n* — 1, reproduisant ainsi la structure des 7 autres groupes. La portion restante, comprise entre les lettres *b* et *c* sur la figure 1, planche VIII, de Renault, est une masse de bois pleine, à éléments scalariformes courts, à l'état d'apolaire, qui donnera successivement les bois des traces foliaires *n*, *n* + 1, etc. Nous avons là un *cordon ligneux réparateur unique à parcours héliçoïdal*, qui tous les 137° 8′ 34″ émet le bois d'une nouvelle trace foliaire. C'est encore, si l'on veut, un sympode formé par le prolongement et la fusion des bois de toutes les traces foliaires. Avant de donner le bois de *n* — 1, ce sympode avait donné le bois de *n* — 2, désigné par la lettre *a* sur la figure 1, planche VII, de Renault, celui de *n* — 3, etc.

6. — Il n'y a pas de gaine casparyenne caractérisée autour de l'ensemble de l'anneau libéro-ligneux ou de ses parties constituantes.

7. — Le tissu central, qui remplit l'espace vide entre le sympode ligneux réparateur et l'anneau libéro-ligneux, est presque entièrement détruit. Il est différencié en cellules vasiformes au contact de l'anneau et des masses ligneuses intérieures.

8. — L'anneau libéro-ligneux est revêtu extérieurement par une gaine mécanique épaisse, qui forme le véritable tissu de soutien du stipe. Ses éléments sont disposés radialement dans sa partie périphérique, où ils forment un liège interne diffus. La gaine mécanique se prolonge autour des traces foliaires et les accompagne dans leur traversée des tissus corticaux. Ces traces foliaires dessinent 8 hélices secondaires senestres, dont le quatrième et parfois aussi le troisième terme font saillie à la surface de la gaine, donnant à celle-ci un contour étoilé.

9. — La surface même du stipe n'est pas conservée ; on trouve seulement quelques lambeaux de liège au fond des dépressions où viennent aboutir les traces foliaires. La *totalité* du tissu fondamental compris entre la gaine mécanique et le liège superficiel est un *tissu aérifère étoilé*, indiquant une plante très aquatique.

10. — Aucune plante actuelle n'offre une organisation semblable. C'est celle des Fougères qui s'en écarte le moins, justifiant par élimination le rapprochement proposé par B. Renault. Cet exemple montre une indépendance relative du bois et du liber, qui n'est atteinte nulle part ailleurs.

HYDROLOGIE. — *Sur la rapidité de l'érosion torrentielle.* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

J'ai noté dernièrement (*Comptes rendus*, 5 mars 1906) que le grand cañon du Verdon paraît être très jeune et que son approfondissement se poursuit encore rapidement.

Depuis longtemps, une autre localité m'avait frappé quant aux changements manifestes qui s'y sont produits au cours de quelques années seulement ; c'est la perte et la rivière souterraine de Bramabiau (Gard) que j'ai décrites ici même (*Comptes rendus* 4 décembre 1888). Depuis 1884, je m'y suis rendu dix fois et, dès 1897, avec mon collaborateur M. F. Mazauric, j'avais remarqué des altérations fort nettes en divers points, principalement à la sortie de la caverne, par où réapparaît le cours d'eau.

Ma dernière visite (28 mai 1906) m'a montré que, depuis 1900, en six années, il est encore survenu des modifications vraiment profondes.

A la partie supérieure, l'issue du tunnel de la Baume (depuis longtemps abandonné par le torrent) a continué de se démolir si activement, par suite de l'infiltration des eaux fluviales, qu'on ne peut plus approcher du bord du précipice sur lequel il débouchait.

A la sortie de Bramabiau, un éboulement a emporté le sentier qui accédait à la grande diaclase par où la rivière reçoit le jour ; dans cette diaclase, les crues souterraines ont dégradé les strates formant corniches naturelles d'accès (sur 200^m de profondeur), où l'on avait posé en 1899 des mains-courantes et garde-fous en fer, qui n'existent déjà plus ; enfin la grande cascade, par où le Bramabiau effectue son septième et dernier bond souterrain n'est plus reconnaissable, si l'on compare les photographies de 1884 et même de 1899 avec celles de 1906. Il y a vingt-deux ans, cette chute s'épanchait en arc de cercle par-dessus une saillie du rocher formant tablette convexe ; maintenant, *et à volume égal d'eau*, elle est logée tout entière dans une rigole en gouttière, profondément excavée sur la rive droite de la saillie, tablette dont tout le surplus est à sec. *La cascade large tend à se transformer en rapide étroit.*

Tout ceci n'a rien de particulier en ce qui touche les effets bien connus de l'usure des roches par érosion mécanique : mais le point de vue nouveau peut-être, c'est que la friabilité et la fissuration extrême des calcaires bruns de l'infra-lias à Bramabiau permet à ces effets de se produire avec une

rapidité très grande et *qui n'est pas plus exceptionnelle* que celle des deux classiques exemples du Simeto (Sicile) et du Niagara. Il importe en effet de la mettre en parallèle avec ce qu'on a observé, en ces dernières années, aux endroits suivants :

1° Marmites de la Maigrange à Fribourg (Suisse) creusées en 25 ans (1872-1897) dans la mollasse (*J. Brunhes*).

2° Cañon de 98^m de long sur $1^m,37$ à $3^m,7$ de profondeur, creusé en *36 heures* par un orage et une crue (14-15 avril 1900) dans les marnes et la dolomie de la rivière Schlocke à Schmarden, près Riga (*B. Dosz*).

3° Enlèvement d'un énorme rocher au pont naturel de Ponadieu (Alpes-Maritimes) par l'orage du 16 octobre 1886 (*A. Guébhard*).

4° Perte de plus en plus sensible du Danube à Immendingen (*Quenstedt*, *Endriss*, *Penck*).

5° Approfondissement de *cent mètres*, *exécuté de 1850 à 1890*, par le torrent de Rovana (Tessin) au pied de la terrasse de Campo (*prof. Heim*).

6° Élargissement des fissures amont du gouffre de Gaping-Ghyll (Yorkshire) qui, de 1895 à 1903, a mis presqu'à sec (par érosion régressive) le puits principal de l'abîme où s'engloutit le ruisseau de Fell-Beck (*Cuttriss*).

7° Déblaiements réalisés, par les crues de 1903, dans les couloirs souterrains de l'abîme d'Eastwater Swallet, près Wells, Somerset (*M. Balch*), etc.

Il serait facile de multiplier ces exemples. Ceux-ci suffisent pour imposer la conclusion suivante.

S'il est des cas et des roches dures et homogènes, où les effets de l'érosion demeurent pratiquement non enregistrables par les mesures de temps *humaines*, il y a par contre nombre de sites, où la fissilité et l'inconsistance de la pierre permettraient de constater matériellement ces effets au cours même de quelques années.

Par conséquent, et comme on le fait depuis longtemps pour la recherche des crues et décrues des glaciers, il importerait d'établir, par des moyens faciles à organiser, et là où les conditions lithologiques et hydrauliques s'y prêteraient le mieux, des stations d'observations photographiques et autres, sinon permanentes, du moins périodiques pour les altérations érosives des cours d'eau. Il est superflu d'insister sur les précieuses indications que de pareilles constatations fourniraient pour la meilleure utilisation des torrents, des rivières torrentielles et de la fameuse *houille blanche*, ainsi que pour la sauvegarde de certains travaux publics ;

en mainte circonstance notamment, on pourrait ainsi prévoir, éviter, corriger les conséquences de changements de biefs, déplacements de cours, obstructions de lits, destructions d'accès, transformations de débits, disparitions de barrages naturels, etc. Bref ce serait un appoint de plus, et précisément dans les points particulièrement préjudiciables par la rapidité de leurs altérations, pour le plus complet asservissement économique de l'*eau*, cette rebelle et toute-puissante force, contre laquelle la lutte industrielle et hygiénique doit se poursuivre de plus en plus opiniâtrément.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la polarisation du ciel pendant les éclipses du soleil.* Note de M. **N. Piltschikoff**, présentée par M. Mascart.

J'ai trouvé que pendant la phase totale de l'éclipse du 30 août 1905 la polarisation du ciel à Philippeville (Algérie), mesurée à 90° du soleil dans le plan vertical qui passe par le soleil était nulle [1].

Ce phénomène, qui parut au premier abord inexplicable, est très simple. L'étude expérimentale des milieux troublés m'a donné des résultats en parfait accord avec la théorie que je vais exposer.

Le photopolarimètre placé dans l'ombre de la Lune reçoit deux espèces de faisceaux lumineux :

1° *Le faisceau d'illumination transversale*, provenant de l'éclairement du cône d'ombre par la couronne. Ce faisceau est certainement polarisé ;

2° *Le faisceau de diffusion*, qui provient de l'atmosphère éclairée, en dehors de l'ombre, dans la direction du polarimètre.

Ce faisceau est sensiblement neutre.

Mais on sait que l'intensité lumineuse de la couronne est de même ordre que celle de la Lune ; le premier faisceau est donc très faible.

D'autre part, l'éclairement par la lumière du ciel peut aller jusqu'à 10 p. 100 environ de l'éclairement direct du Soleil ; le deuxième faisceau est donc beaucoup plus intense.

La polarisation du premier faisceau est ainsi noyée dans une lumière neutre et l'indication du polarimètre doit être approximativement nulle.

---

[1] *Comptes rendus*, 4 septembre 1905.

A 4h 1/2 l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Physique présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. Curie:

En première ligne . . . . M. **Gernez.**
En seconde ligne, par ordre alphabétique. . MM. **Bouty.** **Pellat.**
En troisième ligne, par ordre alphabétique. MM. **André Broca.** **Perot.** **Villard.**

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

M. B.

ERRATA

(Séance du 5 juin 1906.)

Note de M. *Em. Vigouroux:* Action du chlorure de silicium sur le nickel.

Page 1271, ligne 2, *au lieu de* Si^4Cl *lisez* $SiCl^4$.
— 35, — influence — indifférence.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 JUIN 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MM. J. **Janssen** et H. **Becquerel** sont désignés pour représenter l'Académie aux fêtes du quatrième Centenaire de l'Université d'Aberdeen, qui commenceront le 25 septembre 1906.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la formation des combinaisons endothermiques aux temperatures élevées;* par M. **Berthelot**.

1. C'est une vérité regardée jusqu'ici comme fondamentale en Chimie que les combinaisons chimiques susceptibles d'être produites directement, le sont en général avec dégagement de chaleur (combinaisons exothermiques); tandis que sous l'influence d'une élévation progressive de température elles finissent par atteindre un point déterminé où toute combinaison (exothermique et endothermique) se décompose : tantôt d'une façon totale et sans retour, lente ou subite; tantôt par degrés, à mesure que la température s'élève davantage, mais avec réversibilité (dissociation), si la température vient ensuite à s'abaisser.

2. Cependant, dans ces dernières années, on a cru pouvoir conclure de certaines formules de Thermodynamique, extrapolées beaucoup au delà des limites où elles avaient été vérifiées par l'expérience, que les combinaisons chimiques formées avec absorption de chaleur et par voie indirecte aux températures ordinaires, c'est-à-dire endothermiques, devraient « se produire sous la seule influence des très hautes températures, et devenir

de plus en plus stables, tout en demeurant endothermiques, à mesure que ces températures sont plus élevées ».

3. Cette hypothèse revient à admettre qu'il existerait deux ordres opposés et inverses de stabilité en Chimie. Pour l'appuyer, on a publié diverses observations relatives aux combinaisons formées, en réalité ou en apparence, aux hautes températures, et que l'on a supposées, souvent sans preuve, posséder à ce moment le même caractère endothermique qui les caractérise à froid.

Quelle que soit l'opinion que l'on puisse avoir sur l'hypothèse, il est indispensable d'examiner de plus près les faits allégués à son appui, et de rechercher si ces faits, loin d'être inconciliables avec les notions courantes de la Thermochimie, ne sont pas au contraire conformes à ces notions; et cela, sans sortir des lois et des explications présentées de la façon la plus explicite depuis quarante ans comme déduites de l'étude des conditions de la formation indirecte, constatée à basse température, des combinaisons endothermiques.

4. Une première distinction essentielle doit être faite d'abord : celle des combinaisons actuellement endothermiques, c'est-à-dire *décomposables* avec dégagement de chaleur en régénérant leurs éléments, tels qu'ils existent à la température ordinaire; mais qui sont au contraire *formées* avec dégagement de chaleur, c'est-à-dire exothermiques, lorsqu'elles se produisent à haute température.

Cette différence entre le signe des formations, suivant la température, peut résulter, comme je l'ai prouvé, de l'intervention des quantités de chaleur mises en jeu : soit dans les changements purement physiques, tels que fusion, volatilisation, variation des chaleurs spécifiques des composants et des composés;

Soit dans les changements chimiques et spécialement au cours des condensations moléculaires (polymérisations) et phénomènes inverses.

5. Tel est notamment le cas de l'acétylène, l'exemple le plus éclatant d'un gaz dont la décomposition est exothermique aux basses températures, où il régénère du carbone solide et polymérisé; tandis que sa synthèse directe s'effectue au moyen du carbone gazeux et dépolymérisé, vers 3000°, condition susceptible de rendre la combinaison exothermique à haute température; toutes réserves faites en outre sur le rôle spécial que pourraient jouer les énergies électriques concourant à son accomplissement.

En somme les propriétés de ce genre de composés, loin d'être en contradiction avec les lois thermochimiques ordinaires de la combinaison, en

fournissent au contraire des vérifications remarquables. Aussi n'est-ce pas sur ces composés qu'ont porté les observations invoquées aujourd'hui à l'appui de la nouvelle hypothèse. En réalité les exemples cités ne concernent que trois ou quatre corps, savoir l'eau oxygénée, l'ozone et deux oxydes de l'azote.

6. Commençons par l'eau oxygénée : sa production aurait été observée dans certaines conditions, en faible proportion d'ailleurs, pendant la combustion de l'oxygène, de l'hydrogène et de divers composés carbonés. Sans discuter de plus près ces conditions, encore controversées, il convient d'écarter immédiatement l'exemple de la formation de l'eau oxygénée à partir de ses éléments comme peu concluant.

En effet, l'eau oxygénée est formée en principe par les éléments

$$H^2 + O^2 = H^2O^2$$

avec un dégagement de chaleur notable positif :

$$+ 47^{Cal},3$$

sous forme liquide; sous forme gazeuse ce chiffre serait voisin de $+ 37^{Cal}$, d'après les analogies.

C'est seulement en supposant la formation de l'eau oxygénée, à partir de l'eau ordinaire,

$$H^2O + O = H^2O^2 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -21^{Cal},7$$

qu'elle deviendrait endothermique. Or, je ne sache pas que l'eau oxygénée ait jamais été formée simplement à haute température et sans l'intervention d'énergies étrangères, électriques, ou chimiques simultanées, par l'action directe de l'eau ordinaire et de l'oxygène.

En réalité, dans les combustions, l'eau oxygénée (bioxyde d'hydrogène) n'apparaît que comme produit accessoire à une formation principale d'eau (protoxyde d'hydrogène) : ce qui rentre dans l'ordre des phénomènes courants de la Chimie.

En effet, lors de la combinaison directe et rapide de deux éléments, accomplie sans précautions spéciales et sous la pression ordinaire, on observe presque toujours la formation simultanée de plusieurs des combinaisons binaires possibles et connues. Ainsi, dans la combustion du carbone par l'oxygène, même employé en excès, cette combustion étant

accomplie sous la pression ordinaire, on observe à la fois : de l'acide carbonique, formé avec dégagement de $+94^{Cal},3$ [1],

$$C + O^2 = CO^2$$

et de l'oxyde de carbone, formé avec dégagement de $+26^{Cal},1$:

$$C + O = CO.$$

Dans la combustion directe du soufre ordinaire, enflammé à l'air libre, on observe à la fois le gaz sulfureux prépondérant

$S + O^2 = SO^2$ .... $+69^{Cal},3$

l'anhydride sulfurique en dose notable,

$S + O^3 = SO^3$ gaz .... $+91^{Cal},9$

et même, dans certaines conditions, l'anhydride persulfurique

$$S^2O^7$$

dont la formation a lieu avec un dégagement de chaleur moindre que l'acide sulfurique. Ces relations sont, on le voit, comparables à celle de l'eau oxygénée à l'égard du protoxyde d'hydrogène.

De même, le phosphore brûle en fournissant plusieurs oxydes simultanément; de même le fer et un grand nombre de métaux, etc. C'est donc là un phénomène très général.

7. Examinons maintenant la formation de l'ozone et celle des oxydes de l'azote, en nous attachant aux conditions où elles ont été constatées, au double point de vue physique et chimique.

La méthode employée pour faire ces constatations mérite d'abord attention : c'est d'ordinaire celle du refroidissement brusque provoqué, par exemple, au contact du *tube chaud et froid*, employé autrefois par H. Sainte-Claire Deville pour démontrer certaines dissociations.

Une certaine masse gazeuse, formée par un corps composé, étant portée à la température la plus haute possible, on y place un tube métallique au sein duquel circule un courant d'eau froide, et l'on aspire à l'intérieur de ce tube, par très petites fractions, le gaz qui l'entoure; ou bien on détermine, à la surface extérieure du tube froid, la condensation des produits

---

(1) Carbone diamant.

liquides ou solides de la réaction. Dans tous les cas, le refroidissement brusque a pour objet de faire passer ces produits en un temps aussi court que possible, depuis la haute température atteinte par la masse gazeuse jusqu'à la basse température du liquide circulant au sein du tube.

Dans ces derniers temps on a imaginé de produire un refroidissement plus brusque encore et plus profond, en faisant arriver les gaz incandescents au contact même de l'air liquide.

C'est par ces méthodes que l'on a constaté la formation de l'ozone, et celle (déjà connue) des oxydes de l'azote, dans les gaz échauffés et spécialement au cours des combustions vives.

8. Avant de discuter les conditions chimiques complexes où se produisent ces formations, spécialement dans les combustions, examinons d'abord la signification thermodynamique véritable du phénomène, signification qui ne paraît pas être suffisamment définie pour justifier la préexistence supposée aux hautes températures des produits observés après refroidissement. J'ai déjà insisté sur ce point; mais, plusieurs observateurs ne paraissant pas avoir compris la gravité des objections de principe que comporte la méthode, il est opportun d'y revenir.

Pour obtenir des résultats concluants, il faudrait, je le répète, prendre une masse gazeuse limitée, homogène, maintenue à une température constante et uniforme dans toutes ses parties, puis la porter brusquement *dans son ensemble* à la basse température, à laquelle on se propose de constater l'existence des combinaisons supposées préexistantes à une haute température.

L'expérience n'a rien de chimérique, attendu qu'il s'agit précisément des composés que l'on constate exister, ou subsister, dans les couches refroidies d'une faible portion de cette masse; tandis que les autres portions, à mesure qu'elles sont plus éloignées du tube froid, continuent à présenter toutes les températures intermédiaires depuis les plus élevées. Les seules expériences approchant de cette condition d'homogénéité et d'uniformité de la masse entière mise en réaction sont, je crois, celles que j'ai exécutées sur des volumes gazeux limités, renfermés dans des tubes scellés en quartz, maintenus pendant quelque temps à une température constante et uniforme de 1300°, puis portés subitement en un dixième de seconde de la température de 1300° à une température voisine de zéro (¹).

(¹) *Annales de Chimie et de Physique,* 8e série, t. VI, p. 177 et suivantes.

Or, dans ces conditions, je n'ai observé ni la transformation de l'oxygène en ozone, ni la formation des oxydes de l'azote, etc.

Quant à la méthode du tube chaud et froid, telle qu'elle a été pratiquée jusqu'ici, tout ce qu'elle permet de constater, c'est un certain état des gaz et autres matières recueillies à la plus basse température existant dans une masse gazeuse considérable, qui n'est ni homogène, ni maintenue à une température constante et uniforme, ni en équilibre de température dans toutes ses parties, pendant la durée de l'expérience. Loin de là, elle est constituée par un mélange tourbillonnant de gaz, offrant d'une façon continue et dans ses différentes régions toutes les températures comprises depuis la plus élevée jusqu'à la plus basse.

Ce n'est pas tout d'ailleurs : non seulement il se développe au sein de cette masse des variations d'état mécanique de toute nature; mais il s'y produit en particulier des phénomènes électriques, tels que ceux qui ont été signalés dans l'ionisation des flammes, ou bien encore, tels que ceux qui caractérisent l'effluve, phénomènes susceptibles de modifier l'état physique et chimique d'une portion des systèmes mis en expérience.

Les phénomènes électriques de cet ordre, en particulier, sont susceptibles de provoquer à froid la formation de l'ozone au contact même de la paroi froide, et non dans la partie portée à la température la plus élevée.

On conçoit d'ailleurs que l'intensité des effets soit, jusqu'à un certain point, proportionnelle à la chute de température entre les régions extrêmes.

Ajoutons en passant que l'emploi des objets en platine, palladium ou iridium (tubes, lames, fils), dans des recherches de ce genre ne saurait guère conduire à des résultats incontestables, à cause des affinités toutes spéciales que ces métaux possèdent à haute température pour l'oxygène et les autres gaz et de leurs transformations isomériques multiples et mal connues.

9. Les réactions chimiques constatées dans les combustions comportent d'ailleurs d'autres interprétations, alors même que les produits préexisteraient dans les régions chaudes. En effet, au cours de la formation de ces produits secondaires complexes, il se développe des composés primaires principaux, qui sont précisément ceux qui engendrent la chaleur et les hautes températures : tels que l'eau, dans le cas de l'hydrogène; l'acide carbonique, dans le cas du carbone et de l'oxyde de carbone; l'eau et l'acide carbonique, dans le cas des carbures d'hydrogène, etc. Or, comme on le

constate dans une multitude de réactions, accomplies soit à froid, soit à chaud, sur les corps libres, ou sur les corps dissous, à côté des composés fondamentaux, générateurs de l'énergie qui se manifeste sous forme de chaleur, on observe qu'une portion de l'énergie chimique ainsi mise en jeu concourt à former diverses combinaisons secondaires et corps accessoires et simultanés, souvent endothermiques, corps produits par voie d'entraînement. Ce sont alors les combinaisons primaires qui fournissent l'énergie spéciale nécessaire, soit comme déterminante d'une autre combinaison exothermique, soit comme auxiliaire d'une combinaison endothermique secondaire. L'intervention dans les combustions de ces mécanismes chimiques n'a rien d'exceptionnel ni d'anormal : ils sont, je le répète, du même ordre que ceux qui interviennent dans la formation, à la température ordinaire, d'une multitude de combinaisons endothermiques.

10. Soit en particulier la formation de l'ozone, c'est-à-dire la modification isomérique de l'oxygène, observée dans les flammes.

Une semblable modification isomérique au moment de l'acte de la combinaison n'a rien d'exceptionnel; elle est du même ordre que celles constatées dans les combustions du carbone et du soufre, et même dans les oxydations de plusieurs métaux. On sait en effet qu'au moment de sa combustion une portion du soufre prend un état isomérique spécial, lequel est représenté, après refroidissement de la partie non brûlée, par le soufre insoluble dans le sulfure de carbone : état que le contact du soufre avec le gaz sulfureux suffit d'ailleurs à produire expérimentalement, d'après mes observations. De même j'ai constaté que le carbone amorphe brûlé à la pointe d'un jet de flamme fournit du graphite. La combustion du diamant lui-même par l'oxygène pur produit simultanément un peu de carbone amorphe, comme je l'ai observé après Lavoisier.

La modification isomérique d'un élément au moment de sa combinaison n'est donc pas un fait anormal. Le changement d'un peu d'oxygène en ozone l'est d'autant moins que les énergies électriques interviennent dans un gaz en combustion, comme le prouve l'ionisation bien connue des flammes. Or ce sont précisément les énergies électriques qui produisent l'ozone dans l'effluve, et même dans l'arc et dans l'étincelle. Cette production d'ozone n'est donc pas attribuable au simple échauffement de l'oxygène à de très hautes températures, puisque dans les conditions observées concourent à la fois des énergies chimiques simultanées, capables à elles seules de former l'ozone par entraînement, et des énergies électriques ca-

pables d'ioniser les flammes : ce concours de diverses énergies se manifestant tant dans les régions chaudes que dans les régions refroidies.

11. Examinons enfin la formation des oxydes de l'azote dans les combustions (hydrogène, carbone, soufre).

Elle s'explique de la façon la plus nette par les mêmes considérations qui viennent d'être développées. En aucun cas, la combinaison directe de l'oxygène et de l'azote purs et isolés n'a pu être observée par l'action de la chaleur seule.

Dans les cas connus où elle a été constatée, elle se produit : ou bien par le concours des énergies électriques (étincelle, effluve) — phénomènes d'un ordre différent de ceux que provoque la chaleur seule; — ou bien par le concours des énergies chimiques simultanées, telles que celles qui interviennent dans les combinaisons directes formées par combustion.

Aussi la combustion de l'hydrogène fournit surabondamment l'énergie consommée dans l'association de l'azote et de l'oxygène en faibles doses. Elle y concourt même directement dans une certaine mesure, en formant l'acide azotique hydraté, que l'on recueille à froid au sein de l'eau condensée, lequel est produit avec dégagement de chaleur depuis les éléments.

La formation des oxydes de l'azote pendant la combustion du carbone serait purement endothermique, s'il n'y avait d'autre énergie présente que celle de la chaleur. Mais nous avons ici l'énergie énorme mise en jeu par la formation du gaz carbonique, énergie dont une fraction, minime d'ailleurs, est consommée pour la combinaison simultanée d'une partie de l'azote et de l'oxygène.

En outre, dans ces conditions, comme plus haut, les énergies électriques sont présentes au sein de la flamme et, dès lors, leurs effets manifestables au sein des régions refroidies.

En résumé, aucune observation exacte ne peut être mise en avant pour établir, en principe ou en fait, que les très hautes températures soient susceptibles de donner lieu à un renversement des affinités chimiques, en provoquant la formation directe des combinaisons endothermiques par simple échauffement; c'est-à-dire sans le concours simultané des énergies électriques ou chimiques.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème généralisé de Dirichlet et l'équation de M. Fredholm.* Note de M. **Émile Picard.**

1. J'ai depuis longtemps ([1]) fait l'étude du problème généralisé de Dirichlet pour les équations linéaires du type elliptique

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + a\frac{\partial u}{\partial x} + b\frac{\partial u}{\partial y} + cu = f,$$

où a, b, c, f sont des fonctions de x et y. Récemment, M. Hilbert et ses élèves ont rattaché ce problème à l'équation fonctionnelle de Fredholm. Ils partent, à cet effet, d'une certaine solution de l'équation différentielle devenant infinie en un point. Je voudrais montrer que la question peut aussi être traitée, sans introduire d'autre fonction que la fonction classique de Green pour le contour donné.

2. Posons-nous, pour préciser, la question de trouver l'intégrale de l'équation (1), continue ainsi que ses dérivées partielles des deux premiers ordres dans un contour C et s'annulant sur C. Pour éviter quelques difficultés accessoires, je supposerai que C est régulièrement analytique.

Désignons par $G(\xi, \eta; x, y)$ la fonction de Green, relative au contour C, c'est-à-dire la fonction harmonique en (ξ, η) s'annulant sur le bord et devenant infinie au point (x, y) comme $\log\frac{1}{r}$ (r étant la distance des deux points). En supposant l'existence de la solution, on déduit de (1)

$$(\alpha) \quad \begin{cases} u(x,y) - \frac{1}{2\pi}\iint\left[a(\xi,\eta)\frac{\partial u}{\partial \xi} + b(\xi,\eta)\frac{\partial u}{\partial \eta} + c(\xi,\eta)u\right] \\ \qquad\qquad \times G(\xi,\eta;x,y)\,d\xi\,d\eta = \psi(x,y), \end{cases}$$

où l'on pose

$$\psi(x,y) = -\frac{1}{2\pi}\iint f(\xi,\eta)G(\xi,\eta;x,y)\,d\xi\,d\eta.$$

L'équation (α) n'est pas une équation de Fredholm, mais on peut facilement, au moyen d'intégrations par parties, passer de l'équation (α) à

([1]) On trouvera une bibliographie de la question dans le dernier travail que j'ai publié sur ce sujet (*Acta mathematica*, t. XXV).

l'équation

$$(\beta)\qquad u(x,y)+\frac{1}{2\pi}\int\int\left[\frac{\partial(aG)}{\partial\xi}+\frac{\partial(bG)}{\partial\eta}-cG\right]u(\xi,\eta)\,d\xi\,d\eta=\psi(x,y),$$

où l'intégrale double a un sens et qui rentre dans le type de l'équation de Fredholm.

Si nous ne sommes pas dans un cas *singulier* relatif à cette équation, nous pourrons obtenir la solution unique répondant à (β). Mais une question se présente ici qui demande quelque attention. Pourra-t-on de l'équation (β) remonter à l'équation (α), puis de celle-ci à l'équation différentielle (1)?

On voit facilement que la chose sera possible, si la fonction $u(x, y)$ tirée de (β) a des dérivées partielles du premier ordre restant finies dans C et sur C et si elle a à l'intérieur de C des dérivées partielles du second ordre. Il faut donc établir que la fonction $u(x, y)$ tirée de l'équation fonctionnelle (β) jouit de ces propriétés. Il en est bien ainsi, si les coefficients de (1) admettent des dérivées jusqu'au second ordre. On peut le montrer, en substituant à l'équation (β) une autre équation fonctionnelle qui en est la conséquence. Posons

$$f(x,y;\,\xi,\eta)=\frac{1}{2\pi}\left[\frac{\partial(aG)}{\partial\xi}+\frac{\partial(bG)}{\partial\eta}-cG\right],$$

et ensuite

$$f_1(x,y;\,s,\sigma)=\int\int f(x,y;\,u,v)\,f(u,v;\,s,\sigma)\,du\,dv.$$

Notre fonction $u(x, y)$ satisfera à l'équation

$$(\gamma)\qquad \left\{\begin{aligned}&u(x,y)-\int\int f_1(x,y;\,s,\sigma)\,u(s,\sigma)\,ds\,d\sigma\\&\quad=\psi(x,y)-\int\int f(x,y;\,s,\sigma)\,\psi(s,\sigma)\,ds\,d\sigma.\end{aligned}\right.$$

C'est de l'équation (γ) que nous déduisons les propriétés indiquées relatives aux dérivées premières et secondes de u, nous permettant de remonter de l'équation fonctionnelle (β) à l'équation aux dérivées partielles (1). Le problème proposé est donc résolu, si nous ne nous trouvons pas dans un cas *singulier* pour l'équation (β).

3. De ce qui précède, on peut conclure que, *en général*, il existe pour l'équation (1) (un contour C étant donné) *une intégrale et une seule,*

continue ainsi que ses dérivées partielles des deux premiers ordres à l'intérieur de C et s'annulant sur ce contour.

Le mot *en général* sera complètement précisé si, au lieu de (1), on envisage l'équation où figure un paramètre arbitraire k :

$$(2) \qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + k\left(a\frac{\partial u}{\partial x} + b\frac{\partial u}{\partial y} + cu\right) = f.$$

De ce qui précède, il résulte qu'il peut y avoir des valeurs singulières de k, avec lesquelles le théorème précédent n'est pas exact pour l'équation (2). *Ces valeurs sont les racines d'une fonction entière.* Le cas singulier relatif à l'équation (1) est manifestement le cas où $k = 1$ serait une des valeurs singulières de l'équation (2).

4. Un cas particulier des plus intéressants est celui de l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + kcu = f,$$

où $c(x, y)$ est positif dans la région considérée. On sait que cette équation a fait l'objet des recherches de M. H. Weber, puis de M. Schwarz et de M. Poincaré. En particulier, M. Poincaré a établi que toute intégrale continue de cette équation prenant des valeurs données sur un contour était une fonction méromorphe de k ayant des pôles simples en nombre infini (d'ailleurs correspondant à des valeurs positives de k). Ce beau résultat est aujourd'hui intuitif, si l'on rattache l'équation précédente à l'équation fonctionnelle

$$u(x, y) - \frac{k}{2\pi}\iint c(\xi, \eta)\, u(\xi, \eta)\, G(\xi, \eta; x, y)\, d\xi\, d\eta = \psi(x, y).$$

La démonstration de l'existence d'un nombre infini de pôles $k_1, k_2, \ldots, k_m, \ldots$, est d'ailleurs immédiate, quand on est assuré à l'avance que u, regardée comme fonction de k, ne peut avoir que des pôles simples. On peut suivre la même marche que j'ai suivie, pour le cas d'une seule variable, dans le Tome III de mon *Traité d'Analyse* (p. 125). Aux différents pôles k_i correspondent des intégrales de l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + k_i cu = 0$$

s'annulant sur le bord (et non nulles identiquement). J'ai montré autrefois, à ce sujet, qu'à la première valeur singulière k_1 ne correspondait qu'*une seule* intégrale de cette nature (à un facteur constant près). On sait

qu'il n'en est pas nécessairement de même pour les autres valeurs singulières (1).

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la radioactivité des gaz qui proviennent de l'eau des sources thermales.* Note de MM. **P. Curie** et **A. Laborde**, communiquée par M. Lippmann.

Dans une publication antérieure (2), nous avions indiqué quelques sources naturelles d'où se dégageaient spontanément des gaz radioactifs; et nous avions classé ces sources d'après leur radioactivité qui avait été déterminée quantitativement.

Nous avons étudié de nouvelles sources thermales, et, pour quelques-unes de celles dont les gaz dégagés spontanément se sont montrés le plus radioactifs, nous avons recherché la radioactivité de l'eau recueillie au griffon de la source.

La radioactivité des gaz a été déterminée par la méthode de mesure électrique décrite antérieurement (3).

Pour extraire des eaux l'émanation radioactive qu'elles renfermaient en dissolution, nous avons fait bouillir ces eaux dans un ballon de 5^l muni d'un réfrigérant ascendant, de telle façon que les gaz chassés par ébullition pussent être recueillis sur le mercure; quand l'eau étudiée était fortement chargée d'acide carbonique, nous empêchions ce gaz de se dégager en plaçant de la potasse dans le ballon.

Nous avons laissé bouillir ainsi les eaux pendant 1 heure environ, et, à plusieurs reprises au cours d'une opération, nous avons fait passer dans le ballon un courant d'air non radioactif qui avait pour but d'entraîner par barbotage les dernières traces d'émanation qui pouvaient subsister dans le liquide ou dans l'espace libre des tubes de dégagement. Les gaz ainsi recueillis ont été introduits dans un condensateur cylindrique à anneau de garde et leur radioactivité a été mesurée par la méthode du quartz piézo-électrique.

---

(1) J'avais déjà mentionné, dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 9 avril 1906), diverses applications à la Physique mathématique de l'équation fonctionnelle de M. Fredholm. J'ai eu l'occasion cette année dans mon Cours d'en indiquer encore d'autres; je les développerai ailleurs.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1150.

(3) *Loco citato*.

Nous avons pu dresser ainsi un Tableau dans lequel figurent les résultats des anciennes et des nouvelles déterminations. Comme précédemment, nous avons indiqué dans ce Tableau les valeurs du courant ($i.10^3$ en unités électrostatiques) que l'on obtient dans un condensateur cylindrique déterminé 4 jours après que le gaz étudié a été recueilli à la source ; nous avons également fait figurer dans ce Tableau des nombres qui définissent la quantité d'émanation contenue dans les gaz ou dans les eaux étudiés : cette quantité d'émanation est facile à connaître quand le condensateur cylindrique utilisé a été étalonné une fois pour toutes avec de l'émanation du radium (1).

Cet étalonnage a été effectué récemment dans de très bonnes conditions par Mme Curie, au cours d'un travail qui n'est pas encore publié : les résultats obtenus par Mme Curie nous ont conduits à modifier les nombres fournis à ce sujet dans notre première communication, car ces nombres avaient été déterminés à la suite d'expériences faites avec des solutions de bromure de radium dont le titrage était, à notre insu, entaché d'erreur.

D'après Mme Curie, 1^g de bromure de radium pur dégage en 1 heure une quantité d'émanation capable de provoquer, dans un condensateur cylindrique de 450^{cm^3} (longueur du condensateur : $12^{cm},65$; diamètre du cylyndre extérieur : $6^{cm}8$; diamètre de la tige intérieure : $0^{cm},28$), un courant de saturation maximum (3 heures après l'introduction de l'émanation dans le condensateur) de $1,21.10^4$ unités électrostatiques. Ces mesures ont été faites à 15° C. et à la pression atmosphérique normale.

A l'aide de ces données, nous avons pu calculer que, dans nos appareils, un courant de saturation de 1 unité électrostatique est produit par la quantité d'émanation que dégage 1^{mg} de bromure de radium pur en 4,95 minutes, ce courant étant mesuré quand l'émanation a atteint son état d'équilibre de régime avec la radioactivité induite qu'elle crée.

Dans le Tableau ci-après nous avons fait figurer :

A la colonne 1 : la date de l'extraction (mois et année);

A la colonne 2 : le courant de saturation $i.10^3$ produit par 450^{cm^3} de gaz dans un condensateur cylindrique de 450^{cm^3}, 4 jours après l'extraction, à 15° C. et à la pression atmosphérique normale;

A la colonne 3 : le nombre (n) de minutes pendant lequel il faudrait laisser séjourner 1^{mg} de bromure de radium pur dans 10^l d'air pour obtenir le même courant dans notre appareil qu'avec les gaz étudiés;

---

(1) *Loco citato.*

A la colonne 4 : le courant $i_1 \times 10^3$ produit dans notre appareil par l'émanation extraite de 10l d'eau âgée de 4 jours;

A la colonne 5 : la quantité d'émanation présente dans 10l d'eau âgée de 4 jours, cette quantité d'émanation étant exprimée comme dans le cas de la colonne 3 par le temps (n_1) pendant lequel 1mg de bromure de radium pur produirait cette émanation.

Nom de la source.		1. Date de l'extraction.	2. Gaz. $i.10^3$.	3. Gaz. n.	4. Eaux. $i_1.10^3$.	5. Eaux. n_1.
Badgastein (Autriche) : source Grabenbäcker		4-04	360	39,6	»	»
Plombières (Vosges).	Source Vauquelin	1-04	47	5,17	»	»
	» »	3-05	52	5,72	44,6	0,22
	Trou des Capucins	3-04	21	2,31	»	»
	» »	8-05	»	»	94,5	0,46
	Source n° 3	1-04	29	3,19	»	»
	» n° 5	1-04	28	3,08	»	»
Caldellas (Portugal)		4-05	17	1,82	»	»
Bains-les-Bains (Vosges)		3-04	16	1,76	»	»
Aix-les-Bains (Savoie) : source d'Alun (1)		2-05	16	1,76	56	0,27
Aix-les-Bains (Savoie) : source d'Alun		8-05	13	1,43	31,7	0,15
Dax (Landes).	Source du Trou-des-Pauvres	11-04	13,3	1,46	»	»
	Source la Néhe	11-04	2,6	0,28	»	»
Ax (Ariège) : source Vignerie		10-05	10,6	1,16	»	»
Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées)		10-05	10,6	1,16	»	»
Bourbon-Lancy (Saône-et-Loire) : source Le Lymbe		1-05	9,3	1,03	20,12	0,099
Maizières (Saône-et-Loire)		12-04	6,78	0,74	»	»
Luxeuil (Haute-Saône).	Bain des Dames	2-04	5,70	0,62	»	»
	Grand Bain	2-04	2,3	0,25	»	»
Néris (Allier)		3-04	4,2	0,46	»	»
Bagnoles-de-l'Orne		2-04	3,3	0,36	»	»
Salins-Moutiers (Savoie)		1-04	3	0,33	»	»
Contrexéville (Vosges) : source du Pavillon		2-05	»	»	10	0,049
La Roche Posay (Vienne)		3-05	»	»	10	0,049

(1) La radioactivité des sources d'Aix-les-Bains a été observée pour la première fois par M. G.-A. Blanc (*Phil. Mag.*, janvier 1905).

Cauterets (Hautes-Pyrénées) : sources César, des OEufs, Le Bois, La Raillère; Eaux-Chaudes (Basses-Pyrénées); Eaux-Bonnes (Basses-Pyrénées); Mont-Dore (Puy-de-Dôme) : sources Bardon, Madeleine; Lamalou (Hérault); Royat (Puy-de-Dôme); Ogeu (Puy-de-Dôme); Source intermittente (Allier); Larderello (Italie) = *gaz dont la radioactivité correspond à* $i.10^3 < 3$.

Alet (Aude); Châtel-Guyon (Puy-de-Dôme); Montbrun-les-Bains; Pougues Saint-Léger (Nièvre); Vichy (Allier) : sources Boussange, Célestins, Lucas, Hôpital, Grande Grille, Chomel; Forges-les-Eaux (Seine-Inférieure); Saint-Honoré-les-Bains (Nièvre); Spa (Belgique) = *gaz dont la radioactivité correspond à* $i.10^3 < 1$.

Vichy (Allier) : sources Chomel, Grande Grille; Vittel (Vosges); Évian (Haute-Savoie) : source Cachat = *eaux dont la radioactivité correspond à* $i_1.10^3 < 3$.

Les nombres qui figurent aux colonnes 4 et 5 se rapportent tous à des eaux qui contiennent de l'émanation du radium au moment de leur extraction, mais qui ne contiennent pas de sel de radium en dissolution; en effet, nous avons constaté qu'après avoir conservé ces eaux en vase clos pendant plus de 1 mois, nous ne pouvions plus en extraire d'émanation radioactive.

Comme nous avons indiqué la radioactivité des gaz et des eaux 4 jours après leur extraction, on peut admettre qu'au griffon de la source elle aurait été deux fois plus forte.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de la vapeur d'eau sur les sulfures au rouge. — Production de métaux natifs. — Applications aux phénomènes volcaniques.* Note de M. **Armand Gautier**.

La vapeur d'eau qu'émettent au rouge les roches cristalliniennes profondes (granits, porphyres, diorites, etc.) en attaquant, aussitôt qu'elle devient libre, les matériaux métalliques de ces roches, en particulier leurs silicates ferreux, peroxyde ces composés en dégageant de l'hydrogène accompagné de divers autres gaz : oxyde de carbone, acide carbonique, méthane, azote, etc. (1). Sans insister davantage sur l'origine de ces gaz, et particulièrement de l'oxyde de carbone, je rappelle qu'en s'oxydant au rouge aux dépens de l'eau, ce dernier donne de l'acide carbonique en vertu d'une réaction d'ailleurs réversible (2).

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 60 et 189.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1382. La réversibilité de cette réaction avait été déjà signalée par M. Boudouard (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXV, p. 484) et par

Cette oxydation des silicates et de l'oxyde de carbone par la vapeur d'eau m'a fait penser que celle-ci pourrait exercer aussi une action de même nature sur les sulfures métalliques et sur l'hydrogène sulfuré lui-même et donner ainsi naissance aux oxydes, à l'hydrogène sulfuré, à l'acide sulfureux et au soufre lui-même, acide sulfureux et soufre, qui, on le sait, sortent de la plupart de fumerolles volcaniques. C'est ce que l'expérience a vérifié au delà même de mes prévisions.

A. *Action de la vapeur d'eau, au rouge, sur les sulfures de fer.* — S'il s'agit de pyrites, elles se transforment d'abord par la chaleur en protosulfure FeS sur lequel agit la vapeur d'eau.

Dans un précédent travail ([1]), j'ai montré que le sulfure de fer FeS est oxydé par la vapeur d'eau dès le rouge à peine naissant; il se change en oxyde de fer magnétique Fe^3O^4 tandis que se dégage de l'hydrogène, de l'hydrogène sulfuré et un peu de soufre provenant de la dissociation de H^2S par la chaleur. Celui-ci disparaît si l'on chauffe plus fortement, en même temps qu'il se fait de l'acide sulfureux et que l'oxyde de fer se resulfure en partie.

La réaction à température relativement basse est la suivante :

$$3FeS + 4H^2O = Fe^3O^4 + 3H^2S + H^2.$$

Au rouge à peine naissant, les gaz dégagés contenaient :

$$H = 76 \text{ à } 65; \qquad H^2S = 22 \text{ à } 32.$$

Telle est l'une des origines de l'hydrogène sulfuré, et, à plus haute température, de l'acide sulfureux et du soufre qui se dégagent à la fois de presque tous les terrains volcaniques. La vapeur d'eau mobilise donc au rouge le soufre du sulfure de fer, et sans doute aussi de tous les sulfures des métaux qui décomposent l'eau.

Nous reviendrons tout à l'heure sur la formation secondaire de l'acide sulfureux que l'hydrogène sulfuré forme en s'oxydant aux dépens de l'eau.

B. *Action de la vapeur d'eau, au rouge, sur les sulfures des métaux qui ne décomposent pas l'eau.* — On a fait agir la vapeur d'eau sur de la galène PbS placée dans des nacelles de biscuit. Tout l'appareil ayant été bien privé d'air, on chauffe au rouge vif, en même temps qu'on lance dans le

---

O. Hahn (*Zeitschrift f. physikal. Chemie,* t. XLII, p. 705; t. XLIV, p. 513, et t. XLVIII, p. 735). J'y reviendrai.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 189.

tube un courant de vapeur d'eau surchauffée. Le sulfure de plomb se volatilise lentement, dès le rouge naissant, et va former en amont du tube de belles lamelles de cristaux cubiques. *Il ne se dégage sensiblement aucun gaz* sauf une très faible quantité d'acide sulfureux. De la vapeur de soufre distille et se concrète dans les parties froides du tube.

Après refroidissement dans la vapeur d'eau, on trouve dans les nacelles du plomb métallique, mélangé d'un peu de sulfure ([1]).

Les portions de sulfure volatilisé les plus éloignées du foyer contenaient une très faible proportion de sulfate de plomb.

La réaction de la vapeur d'eau sur la galène peut donc s'exprimer initialement par l'équation :

$$3PbS + 2H^2O = 3Pb + 2H^2S + SO^2,$$

mais l'acide sulfureux (dont on a constaté d'ailleurs directement un très léger dégagement durant toute la réaction) décompose l'hydrogène sulfuré, à mesure qu'il se forme ([2]), suivant la réaction bien connue :

$$2H^2S + SO^2 = 2H^2O + 3S.$$

En définitive, en présence de la vapeur d'eau, le sulfure de plomb semble se dissocier, aux hautes températures en plomb métallique et soufre. Toutefois, grâce à sa volatilité, une partie notable de sulfure de plomb échappe à la réaction.

Quant à la très petite proportion de sulfate de plomb qui se dépose dans les parties les moins chaudes du tube, il provient de l'action secondaire

$$PbS + 2SO^2 = PbSO^4 + S,$$

qui explique le transport apparent de ce sulfate. On sait d'ailleurs, depuis

([1]) 0g,48 de ce mélange a donné : Pb = 0,4715 ; S = 0,0085; soit 98,2 pour 100 de plomb. Dans cette réaction, il ne tend à se faire de l'oxyde de plomb que si la silice ou les silicates sont présents. On a $PbS + H^2O + SiO^2 = PbSiO^3 + H^2 + S$.

([2]) Bunsen dit avec raison (*Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. XXXVIII, p. 268) : « Quoique l'acide sulfureux et le sulfide hydrique ne puissent pas se rencontrer sans se décomposer mutuellement, cependant on les retrouve assez souvent tout près l'un de l'autre dans le même champ de fumerolles ». C'est aussi ce que nous avons observé dans nos expériences, où le moindre changement du volume des deux gaz ou de la vapeur d'eau fait apparaître ou disparaître H^2S et varier SO^2.

longtemps, que le gaz sulfureux donne au rouge, en présence de la vapeur d'eau, un peu de soufre et d'acide sulfurique ([1]).

La production de cette faible quantité de sulfate de plomb est encore un témoignage de la production passagère de l'acide sulfureux et par conséquent de l'acide sulfhydrique, ou de l'hydrogène et du soufre, dans l'action de la vapeur d'eau sur la galène à la température du rouge.

En somme, cette curieuse réaction nous montre la production d'un métal natif, en partant de son sulfure que la vapeur d'eau semble séparer, au rouge, en ses deux constituants. L'absence complète de tout gaz (sauf un peu d'acide sulfureux et une trace d'hydrogène) ne nous semble cependant pas devoir faire admettre la simple dissociation du sulfure de plomb par la vapeur d'eau, aux températures élevées.

A ce dernier point de vue, aussi bien qu'à celui de la généralisation de la réaction, il était intéressant de se demander comment les choses se passeraient avec d'autres sulfures de métaux ne décomposant pas l'eau. Il importait particulièrement de savoir si la vapeur d'eau chasserait au rouge le soufre des sulfures de cuivre ou d'argent, et mettrait ces métaux en liberté tels qu'ils se rencontrent si souvent dans la nature, à l'état natif.

J'ai donc fait réagir au rouge vif la vapeur d'eau, sur le sulfure cuivreux Cu^2S, le seul qui soit stable à haute température. Il avait été mis dans une nacelle de magnésie, placée elle-même dans un tube de porcelaine de Berlin vernissé sur ses deux faces ([2]). Après avoir fait soigneusement le vide dans tout l'appareil, on chauffa le tube au rouge blanc, et l'on y fit passer un courant de vapeur d'eau surchauffée. Contrairement à ce qui se produit avec la galène, on constata bientôt un abondant dégagement de gaz acide sulfureux mélangé d'hydrogène, sans trace d'hydrogène sulfuré. Après refroidissement, la nacelle fut trouvée contenir une matière noire fondue, englobant une masse métallique hérissée de courtes aiguilles de cuivre cristallisé qui venaient pointer à la surface. On put par un broiement ménagé séparer les deux substances. La matière noire se pulvérise aisément, le cuivre métallique et brillant s'aplatit et peut être extrait à la pince. C'est du cuivre rouge brillant cristallisé en feuilles de fougère.

([1]) *Dictionnaire de Chimie pure et appliquée,* de Würtz, t. II, p. 1607. Il semble même se faire dans cette réaction une trace d'oxygène libre, ce qui pourrait expliquer peut-être que, dans certaines conditions, on ait pu trouver un peu d'oxygène dans les fumerolles volcaniques.

([2]) Nous nous sommes assuré que nos tubes, spécialement fabriqués, étaient entièrement imperméables, au rouge vif, aux gaz du foyer.

La matière noire donna, pour $1^g,252$: $Cu = 1,006$; $S = 0,259$, composition qui répond à la formule du sulfure de cuivre Cu^2S dont nous étions parti : la portion restante avait fondu et restait encore dans la nacelle.

Il s'ensuit que, dans cette réaction, il se fait du cuivre métallique, de l'acide sulfureux et de l'hydrogène suivant l'équation :

$$Cu^2S + 2H^2O = Cu^2 + SO^2 + 2H^2 \quad (^1).$$

Nous considérons comme certain, étant données les grandes analogies de l'argent et du cuivre, que l'argyrose Ag^2S et les autres sulfures d'argent donnent naissance, en présence de la vapeur d'eau au rouge, à de l'argent métallique en vertu de la même réaction. On sait d'ailleurs qu'on trouve souvent l'argent à l'état natif accompagnant son sulfure, et, dans bien des cas, il est même associé au cuivre natif, ces deux métaux s'étant produits simultanément, sans aucun doute, par l'action de la vapeur d'eau au rouge sur le mélange de leurs sulfures.

C. *Action de la vapeur d'eau sur l'hydrogène sulfuré.* — Généralisant ces recherches, il nous a paru intéressant d'examiner l'action que la vapeur d'eau peut exercer à haute température sur le sulfure d'hydrogène lui-même. Quoiqu'on sache que ce dernier corps commence à se décomposer, même un peu avant le rouge, en ses deux éléments, et que le soufre peut s'oxyder par la vapeur d'eau dès qu'il entre en ébullition, la présence de l'hydrogène qui se produit en même temps que le soufre ne permet pas de préjuger, *a priori,* des particularités de cette réaction.

A travers un tube de porcelaine ordinaire, muni à son extrémité d'un petit ballon tubulé bien refroidi pour condenser la vapeur d'eau et recevoir le soufre qui peut se former, on fait passer au rouge vif un courant d'hydrogène sulfuré pur ayant barboté au préalable dans l'eau bouillante. Après que ce gaz a chassé à froid, puis à chaud, tout l'air de l'appareil, on diminue la vitesse d'écoulement et on recueille les gaz sur la cuve à mercure.

A la fin de l'expérience et en agissant avec toutes les précautions nécessaires pour éviter l'accès de l'air, on retire du petit ballon placé à la sortie du tube de porcelaine une solution d'acide sulfureux tenant du soufre en partie en suspension à l'état colloïdal, en partie précipité, mélangé d'une très petite quantité d'acide sulfurique et de composés thioniques. Les gaz

---

(1) Il se forme en même temps un peu de soufre dû à la réaction connue :

$$SO^2 + 2H^2 = 2H^2O + S.$$

avaient la composition suivante, modifiée évidemment par la dissolution dans l'eau de condensation d'une partie de l'acide sulfureux qui se forme :

	Début.	Fin.
SO^2	17,0	9,9
H^2	82,8	90,0
Azote	trace	trace

Ainsi, dans ce cas, comme dans celui du sulfure de cuivre, nous voyons le soufre de l'hydrogène sulfuré qui oxyde au rouge la vapeur d'eau, passer en majeure partie à l'état d'acide sulfureux, tandis que, dans les deux cas, l'élément électronégatif est mis en liberté.

La présence de l'acide sulfureux dans les émanations volcaniques s'explique donc, de la façon la plus simple, par le déplacement et l'oxydation au rouge du soufre des sulfures par la vapeur d'eau provenant elle-même des roches, du moins en partie. Il n'est nul besoin, pour s'expliquer la genèse de cet acide, de faire intervenir, comme on l'a fait le plus souvent jusqu'ici, l'action de l'oxygène de l'air pénétrant dans les profondeurs et allant oxyder les sulfures, l'hydrogène sulfuré et le soufre lui-même ([1]).

C'est là une idée tout à fait inutile et inacceptable.

L'acide sulfureux est le produit principal de l'action de la vapeur d'eau au rouge sur le soufre, sur les sulfures métalliques et sur l'hydrogène sulfuré lui-même. L'oxygène de l'eau et des oxydes suffit à la formation de cet acide. Sa décomposition partielle à ces hautes températures et dans ces conditions, avec formation d'une faible quantité d'acide sulfurique, explique même l'existence assez fréquente de ce dernier acide à l'état libre dans plusieurs eaux d'origine éruptive.

On remarquera que la formation d'hydrogène est complémentaire de celle de l'acide sulfureux et que ces deux gaz se dégagent, en effet, à la fois par tous les évents volcaniques.

([1]) L'opinion que je combats ici était celle de Ch. Sainte-Claire Deville. C'est aussi, encore aujourd'hui, celle de la plupart des géologues. Je me bornerai à citer à ce propos quelques lignes de E. Suess, dont personne ne méconnaît la grande autorité en biologie; il écrit, dans une conférence assez récente, *Ueber heisse Quellen*, p. 10 : « C'est ainsi qu'on arrive à la conclusion que les cheminées des volcans sont des régions dans lesquelles se produisent en grand des phénomènes d'oxydation, et que c'est seulement dans les horizons supérieurs que se forme une grande partie de ces composés chimiques que nous appelons *produits volcaniques;* ainsi de même que l'*acide sulfureux,* l'acide chlorhydrique et autres combinaisons semblables se produisent seulement au contact de l'atmosphère, ou du moins dans les zones les plus élevées de la cheminée volcanique, c'est aussi le cas de l'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation de l'éther ββ-diméthylglycidique avec l'éther malonique sodé. Synthèse des acides térébique et pyrotérébique.* Note de MM. **A. Haller** et **G. Blanc.**

Par suite de leur fonction, les éthers glycidiques de M. Darzens ([1]) sont susceptibles de se comporter à l'égard des composés méthyléniques sodés de la forme $CHNa\langle^{\overline{R}}_{\overline{R}}$ comme l'oxyde d'éthylène et l'épichlorhydrine ([2]).

Dans le but de préparer l'éther cyané suivant,

$$[CH^3]^2 = C - CHOH.CO^2C^2H^5$$
$$\qquad | $$
$$CH\langle^{CN}_{CO^2C^2H^5}$$

éther qui devait nous servir de matière première pour une autre synthèse, nous avons condensé l'éther diméthylglycidique avec de l'éther cyanacétique sodé. La réaction, lente à froid, est complète quand on chauffe au bain-marie pendant quelques heures. Malheureusement le produit obtenu, après lavage et distillation, ne présente aucun des caractères d'un composé défini; soumis à des rectifications répétées dans le vide, il bout sans point fixe entre 100° et 300°, en laissant beaucoup de résine.

On réussit mieux en remplaçant l'éther cyanacétique par l'éther malonique. On verse 144g d'éther diméthylglycidique dans de l'éther malonique sodé, préparé en ajoutant une dissolution de 23g de sodium dans 250g d'alcool à 160g d'éther malonique. Il ne se produit point de dégagement de chaleur appréciable. Le mélange, après avoir été chauffé au bain-marie pendant quelques heures, est distillé dans le vide pour chasser l'alcool, puis additionné de 130g d'acide acétique à 50 pour 100.

Le liquide acidulé est épuisé avec de l'éther et la solution éthérée, agitée avec du carbonate de soude et desséchée sur du sulfate de soude anhydre, est distillée au bain-marie. Le résidu est finalement fractionné sous pression réduite. Il passe d'abord un mélange d'éther glycidique et d'éther malo-

---

([1]) Darzens, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 1219.

([2]) M. Darzens a en effet constaté que l'éther diméthylglycidique se condense avec l'éther benzoylacétique sodé comme l'épichlorhydrine (Communication particulière).

nique, puis un produit bouillant à 174° sous 12^{mm} et qui se forme avec un rendement d'environ 30 pour 100.

En traitant les produits de tête, constitués par un mélange d'éthers glycidique et malonique non entrés en réaction, par une nouvelle quantité d'éthylate de sodium, on récupère une seconde portion de produit bouillant à 174°. L'opération répétée une troisième fois permet d'avoir un rendement final se rapprochant du rendement théorique.

La partie distillant à 174° se solidifie rapidement; on purifie la masse dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole et l'on obtient de gros prismes fondant à 46°. Comme le montrent l'analyse et ses propriétés, ce corps, de formule $C^{12}H^{18}O^6$, n'est autre chose que la *4-méthyl-2-3-dicarboxéthylpentanolide-4* formée en vertu de la réaction :

$$\begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \end{array}\!\!>\!\underset{\diagdown O \diagup}{C} - CH.CO^2C^2H^5 + CHNa\!\begin{array}{l} \diagup CO^2C^2H^5 \\ \diagdown CO^2C^2H^5 \end{array} = C^2H^5ONa + \begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \end{array}\!\!>\!\begin{array}{l} C \text{———————} CH - CO^2C^2H^5. \\ | \qquad\qquad\quad\;\; | \\ O - OC - CH - CO^2C^2H^5 \end{array}$$

En effet, bouilli avec de l'acide chlorhydrique, cet éther lactone fournit quantitativement un acide peu soluble dans l'eau, fusible à 175° et répondant à la formule $C^7H^{10}O^4$, qui est celle de l'*acide térébique*.

$$\begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \end{array}\!\!>\!\begin{array}{l} C \text{——————} CH - CO^2C^2H^5 \\ | \qquad\qquad | \\ O - C - CH - CO^2C^2H^5 \\ \quad\;\; \| \\ \quad\;\; O \end{array} + H^2O = \begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \end{array}\!\!>\!\begin{array}{l} C \text{——————} CH - CO^2H \\ | \qquad\qquad | \\ O - C - CH^2 \\ \quad\;\; \| \\ \quad\;\; O \end{array} + CO^2 + C^2H^5OH.$$

Pour caractériser l'acide térébique nous l'avons soumis à l'action de la chaleur et avons obtenu d'une part de l'*isocaprolactone*, $C^6H^{10}O^2$ et, d'autre part, son isomère, l'*acide pyrotérébique*, dont nous avons préparé la phénylhydrazide fondant à 106° (¹).

La composition de l'acide $C^7H^{10}O^4$ et l'ensemble de ses propriétés mettent hors de doute sa constitution telle qu'elle a été établie par une autre synthèse réalisée par M. Blaise (²). Elle confirme en outre celle du composé $C^{12}H^{18}O^6$.

En résumé, dans la réaction de l'éther malonique sodé sur l'éther diméthyglycidique, au lieu de se fixer au carbone β de ce dernier éther, le com-

(¹) MM. Blaise et Courtot ont préparé cette hydrazide avec de l'acide pyrotérébique obtenu par une autre voie et lui ont assigné le point de fusion 105° (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXV, 1906, p. 154).

(²) Blaise, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIX, 1898, p. 275.

plexe malonique s'est fixé sur le carbone α, tandis que le groupe OH rattaché au carbone β a fourni une olide avec un des groupes carboxéthyle préalablement saponifié de l'éther malonique.

La réaction présente quelque analogie avec celle que l'un de nous (1) a observée dans la condensation de l'épichlorhydrine avec l'éther benzoylacétique sodé.

Le but que nous avons poursuivi n'a donc pas été atteint, mais l'étude que nous venons de faire n'est toutefois pas sans intérêt, puisqu'elle fournit une méthode facile de préparer, avec d'excellents rendements, l'*acide térébique* et partant ses produits de décomposition l'*acide pyrotérébique* et l'*isocaprolactone*.

En suivant une méthode analogue à celle qui lui a permis de faire l'acide diméthylglycidique, M. Darzens a réussi à préparer l'éther α-méthyl-β-diméthylglycidique, en condensant l'éther α-chloropropionique avec l'acétone en présence de l'éthylate de sodium.

Dans l'espoir de réaliser la synthèse de l'un ou l'autre des deux éthers suivants ou de leurs olides

$$\begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \end{array}\!\!> \underset{\displaystyle OH}{\overset{}{C}} - C\!\!<\!\!\begin{array}{l} CH^3 \\ CO^2C^2H^5, \end{array} \quad \text{avec } C \,|\, CH\!\!<\!\!\begin{array}{l} CO^2C^2H^5 \\ CO^2C^2H^5, \end{array}$$

$$\begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \end{array}\!\!> C - \overset{\displaystyle CH^3}{C}OH - CO^2C^2H^5, \quad \text{avec } C \,|\, CH\!\!<\!\!\begin{array}{l} CO^2C^2H^5 \\ CO^2C^2H^5, \end{array}$$

nous avons fait agir de l'éther malonique sodé sur l'éther αββ-triméthylglycidique. Quelles que soient les conditions dans lesquelles on se place, on n'arrive point à effectuer la condensation cherchée, et l'on retrouve les deux éthers à peu près intacts.

Il semble qu'on se trouve en présence d'un cas d'empêchement stérique, et que la nature tertiaire des deux atomes de carbone α et β de l'éther αββ-triméthylglycidique s'oppose à une réaction additive de la part de l'éther malonique.

(1) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1459.

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Le* travail extérieur *créé par les actions statiques et dynamiques du* travail intérieur *du moteur-muscle. Relations entre l'énergie liée à ces actions et l'énergie qui passe dans le travail extérieur.* Note de M. **A. Chauveau.**

L'*énergie* qui se dépense dans le moteur-muscle, pendant le soulèvement d'un mobile, ne s'applique pas directement à la production du *travail extérieur*. Celui-ci n'est qu'un résultat second du *travail intérieur*, c'est-à-dire de la *force élastique* que cette *énergie* dépensée crée dans le tissu musculaire. En effet, l'*énergie initiale* se mobilise pour faire naître, dans le muscle, la *force* qui engendre les *actions statiques* et *dynamiques* de la contraction musculaire. Ce n'est qu'après avoir passé par ce stade intermédiaire que l'*énergie originelle* arrive à sa *destination finale*, qui est sa transformation en *chaleur* ou en *travail mécanique*.

Le *travail mécanique*, considéré souvent comme la raison d'être du *travail intérieur*, ne constitue donc pas un fait dominateur dans la physiologie du muscle. C'est le *travail intérieur*, au contraire, qui est l'acte essentiel, nécessaire, évoluant toujours avec la plus grande constance et conservant intégralement la simplicité des rapports qui lient à l'*énergie initiale* les *actions statiques* et *dynamiques* dont le *travail intérieur* se compose.

Les physiologistes n'en sont pas moins tenus de savoir comment le *travail mécanique* du moteur-muscle procède de ce *travail intérieur*, ou plutôt de l'*énergie* qui l'a créé.

Pour étudier les rapports de cette *énergie* créatrice avec les *actions statiques* et *dynamiques* qu'elle engendre directement, il a fallu dissocier ces deux sortes d'actions et les envisager séparément, ce qui était, du reste, très facile. Il faut, au contraire, les laisser liées l'une à l'autre si l'on veut étudier *l'effet second* qu'elles produisent en agissant de concert, c'est-à-dire le *travail extérieur* qui dérive du *travail intérieur*. L'*action statique* ne se sépare pas de l'*action dynamique* quand le moteur-muscle effectue du *travail mécanique* en soulevant un mobile. Elles restent alors étroitement conjuguées, ce qui ne les empêche pas de conserver chacune leur affectation spéciale et de travailler ainsi respectivement pour leur propre compte à l'œuvre commune de la production du *travail extérieur*.

On peut établir *a priori* les conditions de cette collaboration et les soumettre ensuite à une vérification expérimentale.

Travail extérieur du muscle. — De la collaboration des *actions statique* et *dynamique* de la *force musculaire* résultent la *quantité de mouvement*, *m v*, dont le mobile, mû avec une *vitesse uniforme*, est en possession pendant son soulèvement, et le *travail mécanique*, P*h*, effectué par le mobile à la fin de son parcours. Dans ces deux produits, *mv* et P*h*, le premier facteur, *m* ou P, se relie à l'*action statique*, le second, *v* ou *h*, à l'*action dynamique*. Il suffit de s'attacher surtout aux deux facteurs de P*h*.

L'action statique et l'énergie initiale qui l'engendre. — Que le mobile soit fixe ou entraîné plus ou moins rapidement, la dépense inhérente à son équilibration, c'est-à-dire la *dépense statique*, est toujours la même, toujours proportionnelle au poids neutralisé : c'est là un fait absolument acquis.

L'action statique et l'énergie finale qui y succède. — Quand le corps équilibré est immobile, toute l'*énergie initiale* consacrée à la création de la *force équilibrante* se transforme en *chaleur*. Ce fait, qui n'est plus à démontrer, est le point d'où il faut partir pour arriver à se rendre compte de l'origine énergétique du *travail mécanique final*.

Si le mobile reçoit de la *vitesse*, par accroissement de la *force* équilibrante, le *travail mécanique* alors produit détourne à son profit une partie plus ou moins importante de l'*énergie statique*, qui était entièrement transformée en chaleur dans le cas de soutien simple du mobile.

Les actions dynamiques et l'énergie d'où elles procèdent. — On sait que ces *actions dynamiques* sont multiples. Mais il n'y a à tenir compte que de la *vitesse* imprimée au mobile. Les autres actions, en effet, mise en train de la contraction, neutralisation de la résistance que le muscle oppose à son raccourcissement, annihilation des résistances de frottement, aboutissent nécessairement à du *travail perdu*. Seule, l'*énergie* qui crée la *vitesse* peut participer à la formation du *travail mécanique final*. Elle joue dans cette formation le rôle essentiel. Avant que cette *énergie* spéciale intervienne, celle qui s'est accumulée dans l'*action statique* est stérile au point de vue mécanique. C'est l'*énergie dynamique* qui la rend féconde en créant le facteur *v* du produit *mv* et le facteur *h* du produit P*h*.

A partir du moment où la *vitesse* entre en scène, l'*énergie statique* primitive, destinée à la dissipation thermique, devient *disponible* pour du *travail utile*.

Énergie disponible liée à l'action statique. — Cette *énergie disponible* doit être mise en vedette. Elle peut, suivant la *vitesse* imprimée au soulèvement du mobile, concourir plus ou moins activement à la formation de la *quan-*

tité de mouvement, mv, et devenir du *travail mécanique*, Ph, de plus ou moins grande importance.

Avec la *vitesse* zéro, toute cette *énergie disponible* se transforme en *chaleur*.

Avec une *petite vitesse*, elle aboutit à de la chaleur et à une minime quantité de *travail mécanique*.

Avec une *moyenne vitesse*, l'*énergie statique* qui se change en *travail mécanique* prend une valeur plus considérable.

Enfin, avec une *grande vitesse*, toute l'*énergie* d'origine *statique* peut se trouver présente dans le *travail mécanique final*.

La courte analyse qui précède permet d'apprécier l'importance de cette *énergie disponible* et la grande place occupée par le *travail* ou *effort statique* qui en est l'origine dans la mécanique générale du muscle.

Vérification expérimentale. — Toutes les propositions qui figurent dans cette analyse se déduisent logiquement des faits fondamentaux exposés dans les études sur l'*énergie* liée aux *actions statiques* et *dynamiques* de la *force musculaire*. Ces faits, plus particulièrement ceux qui concernent la dépense d'énergie qu'entraîne la *création* de la *vitesse* communiquée aux mobiles par la *contraction dynamique*, fournissent en outre une démonstration directe de ces propositions par les renseignements qu'ils donnent sur les caractères du *rendement mécanique* du moteur-muscle.

Du rendement mécanique du moteur-muscle d'après les expériences qui ont établi les relations des actions dynamiques de la force musculaire avec la dépense énergétique qu'elles entraînent. — Ces relations, remarquablement simples, ont été mises en évidence dans deux séries d'expériences (voir t. CXLII, p. 1128 et suivantes). Il en faut tirer maintenant les relations qui existent entre l'*énergie initiale* et le *travail mécanique* contenu dans l'*énergie finale*.

Examinons successivement les deux séries dont il s'agit :

Première série. — Les expériences qu'elle comprend ont été faites sur un sujet dont les muscles moteurs de l'avant-bras, fléchisseurs et extenseurs, étaient appliqués, en alternance, par l'intermédiaire d'un commutateur spécial, au soulèvement continu, plus ou moins rapide, de la même charge. Le travail était de très petite valeur et effectué dans des conditions très onéreuses. Mais on n'a pas, en ce moment, à se préoccuper de ce point. Ce qui est visé, en effet, dans ces expériences, c'est l'influence de la *vitesse* du déplacement du mobile sur le *rendement* du moteur-muscle en *travail mécanique*. Il n'y a alors que des comparaisons à faire entre les diverses valeurs, quelles qu'elles soient, du rapport de ce *travail final* à la *dépense initiale* dudit moteur soumis à des *vitesses* différentes.

Le Tableau ci-dessous donne les résultats obtenus, calculés pour une minute d'activité musculaire, avec traduction en kilogrammètres de l'énergie dépensée.

Travail extérieur.			Dépense énergétique en		
P.	*h*.	Trav.	O^2 absorbé.	kilogrammètres.	Rendement.
1,5^k ×	4,42^m =	6,63^{kgm}	96$^{cm^3}$	184	$\frac{6,63}{184} = 0,0360$
1,5 ×	8,84 =	13,26	150	287	$\frac{8,84}{287} = 0,0462$
1,5 ×	13,26 =	19,89	198	379	$\frac{19,89}{379} = 0,0524$
1,5 ×	17,68 =	26,52	244	467	$\frac{26,52}{467} = 0,0568$

On voit dans ce Tableau que le rapport du *travail extérieur* à la *dépense énergétique*, c'est-à-dire le *rendement*, croît avec le *travail* ou la longueur du parcours du mobile dans l'unité de temps, mais de moins en moins vite. Aussi prévoit-on que, si l'on avait pu poursuivre les comparaisons au delà de la quatrième vitesse, on serait arrivé presque immédiatement à la constance du *rendement*. En d'autres termes, on aurait atteint le moment où la réserve d'*énergie disponible* liée à l'*action statique* de la *force musculaire* n'a plus rien à donner pour améliorer le *rendement* en concourant à la constitution du *travail mécanique final*.

Fig. 1.

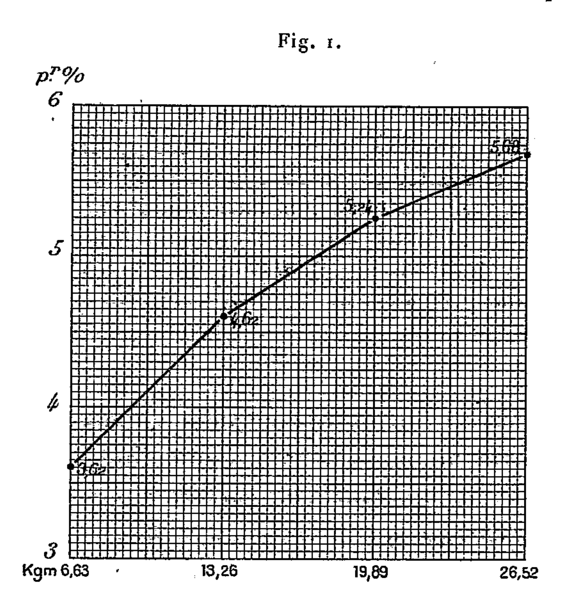
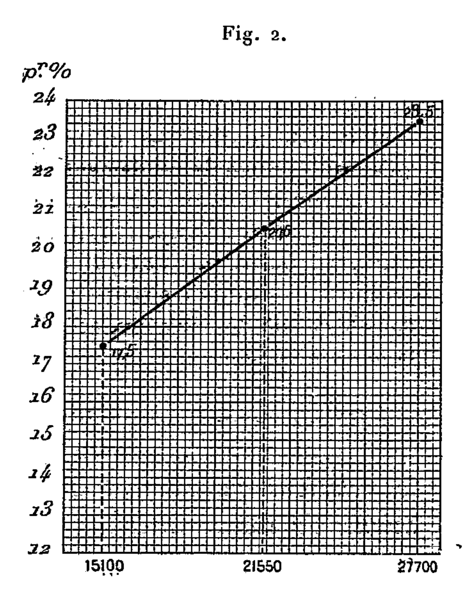


Fig. 2.



La figure 1 donne une représentation graphique très instructive de l'influence qu'exerce la *vitesse* du déplacement du mobile sur l'utilisation, par le *travail mécanique final*, de l'*énergie* dépensée dans l'*action statique*.

Dans ce graphique, la valeur du *travail extérieur*, en croissance régulière avec la vitesse imprimée au mobile, figure en abscisse et le *rendement mécanique* en ordonnées. On y voit que la courbe du rendement présente tous les caractères que fait prévoir le mode attribué à la constitution du *travail mécanique final*.

Deuxième série. — Il s'agit maintenant du sujet qui élevait son propre poids sur la roue de Hirn, avec une vitesse qui variait comme les nombres 302, 431, 554. Le rendement, dans ces trois cas, a été établi d'après la dépense totale, ce qui en fait tomber sensiblement la valeur. Mais la défalcation de la dépense au repos n'aurait guère modifié la forme de la courbe de rendement, vu le petit poids du sujet qui servait aux expériences.

Les documents d'après lesquels cette courbe est établie (*fig.* 2), pour une heure de travail, sont contenus dans le Tableau ci-après :

Travail extérieur. P. h. Trav.	Dépense énergétique en O² absorbé.	Dépense énergétique en kilogrammètres.	Rendement.
kg m kg 50 × 302 = 15100	l 44,9	86071	$\frac{15100}{86071} = 0,175$
50 × 431 = 21550	53,4	104292	$\frac{21550}{104292} = 0,206$
50 × 554 = 27700	60,3	118691	$\frac{27700}{118691} = 0,235$

La représentation graphique de ces résultats (*fig.* 2) a été établie d'après les mêmes principes que celle de la figure 1. Comme la courbe 1, la courbe 2 montre la croissance du rendement suivant la croissance du parcours du mobile et celle du travail extérieur.

Mais cette courbe 2 laisse voir à peine quelque indice de l'affaiblissement progressif qu'aurait éprouvé le rendement, si la vitesse de la montée sur la roue avait continué à s'accroître. Ceci tient à ce que les différences de vitesse ont ici beaucoup moins de valeur que dans les expériences de la première série. D'autre part, le sujet emmagasinait dans son *travail statique* une quantité considérable d'*énergie disponible*, capable d'alimenter, avant de s'épuiser complètement, une grosse valeur de *travail extérieur*, dans le cas où de nouveaux accroissements auraient pu être imprimés à la *vitesse* de la montée du sujet.

Conclusions. — Ainsi les deux séries d'expériences se complètent dans leur signification pour expliquer, sans sortir du pur terrain physiologique, *les relations qui existent entre l'énergie liée aux actions statiques et dynamiques du travail intérieur du muscle et l'énergie qui passe dans le travail extérieur*.

Les faits, d'accord avec le raisonnement, démontrent que l'énergie contenue dans le *travail mécanique*, Ph ou $\frac{1}{2}mv^2$ en puissance, effectué par le moteur-muscle qui soulève un mobile avec une *vitesse uniforme*, est

empruntée tout entière à l'*énergie initiale* nécessaire à la création des *actions statiques* et *dynamiques* du *travail intérieur* ou *physiologique*.

C'est l'*énergie liée à l'effort dynamique*, créateur de la *vitesse* du soulèvement du mobile, qui, dans le produit Ph, donne sa valeur au facteur h, en s'y consacrant intégralement.

C'est avec l'*énergie liée à l'effort statique*, chargé d'annihiler le poids du mobile et d'en libérer la *masse*, que le *travail mécanique final* complète sa valeur. Mais cette *énergie équilibrante* ne passe dans le *travail mécanique* qu'en proportion de la valeur du facteur h. Elle constitue une réserve d'*énergie disponible* qui, suivant la *vitesse* imprimée au mobile, peut se changer totalement en *chaleur* ou en *travail mécanique*, ou aboutir à des combinaisons mixtes, dans lesquelles c'est tantôt la *chaleur*, tantôt le *travail mécanique* qui prédomine.

L'*énergie* attachée à la production de l'*action* ou du *travail statique* joue donc un rôle considérable dans la théorie du *rendement final* du moteur muscle.

Ce *rendement final* croît avec la *vitesse* que la contraction dynamique communique au mobile, jusqu'à l'acquisition d'un certain optimum.

L'optimum correspond à l'épuisement de la provision d'*énergie disponible* accumulée dans le *travail* ou l'*action statique* de la *force élastique* du muscle.

Cet optimum est atteint plus tardivement avec les mobiles lourds, qui emmagasinent plus d'*énergie disponible* qu'avec les mobiles légers.

Quand la réserve d'*énergie disponible* est épuisée, le *rendement* cesse de s'améliorer parce que le muscle est obligé de fournir directement toute l'énergie nécessaire à la production même du *travail mécanique*.

MICROBIOLOGIE. — *Sur le traitement de la tuberculose pulmonaire par la sérothérapie*. Note de MM. LANNELONGUE, ACHARD et GAILLARD.

Les questions du vaccin et de la guérison de la tuberculose par des antitoxines spécifiques sont posées et poussées depuis quelque temps avec la plus grande activité. On cherche partout, on donne des prémisses, on annonce des espérances, voulant, semble-t-il, rassurer l'humanité inquiète et brûlant du désir d'apprendre qu'on la préservera ou qu'on la guérira dès qu'elle se sentira frappée. Il y a encore peu d'années la confiance des médecins et des savants était plus que médiocre, pour ne pas dire nulle,

dans un vaccin aussi bien que dans un remède spécifique. Et, comme le péril universellement dénoncé avec éclat paraissait menacer l'espèce, on se précipita avec force vers toutes les cures offertes par les climats, les altitudes, les variétés d'atmosphère, l'isolement, le repos absolu, une alimentation surabondante, etc. Un peu plus tard, car on marche vite à notre époque, on comprit que, si guérir était difficile, on pouvait peut-être prévenir et empêcher; on se jeta à corps perdu, après les sanatorium, dans la création des dispensaires, effort sérieux contre la misère, qui, à n'en pas douter, rend l'homme plus résistant contre tous les fléaux morbides, y compris celui de la tuberculose. Et en même temps partout on dénonçait la contagion en recommandant les mesures les plus propres à l'empêcher.

Depuis sept à huit ans nous n'avons pas dévié de la voie qui consiste à extraire du bacille une antitoxine efficace. Celle que nous avons obtenue a été essayée dans la tuberculose pulmonaire du cobaye, animal doué comme on le sait d'une très grande réceptivité pour le bacille humain et réagissant à peu près comme l'homme à l'infection tuberculeuse. Tout porte à croire que, si l'on guérit un cobaye atteint de tuberculose pulmonaire créée expérimentalement, on guérira l'homme dans les mêmes conditions, tout comme on le mettra à l'abri du mal le jour où l'on aura découvert le vaccin du cobaye.

Après de nombreux essais antérieurs, deux expériences portant sur un grand nombre d'animaux ont été faites. La première consistait à comparer 4 lots de 30 cobayes chacun, inoculés en même temps dans le poumon avec la même dose de culture tuberculeuse virulente : le premier lot servait de témoin; le deuxième avait été traité, après l'inoculation, par l'injection de sérum d'âne normal; le troisième avait été traité par le sérum d'âne présumé antituberculeux, et le quatrième avait reçu de ce même sérum mais seulement d'une façon préventive, avant l'inoculation virulente. Or, un peu plus d'un an après cette inoculation (371 jours), lorsqu'on mit fin à l'expérience en tuant les animaux qui survivaient, la mortalité avait atteint 90 pour 100 pour le lot témoin, 87 pour le lot injecté avec le sérum normal, 40 seulement pour le lot traité par le sérum antituberculeux après l'inoculation, et 64 pour le lot traité seulement d'une façon préventive.

Dans la deuxième expérience, nous avons comparé tout d'abord deux lots de 50 cobayes chacun, inoculés ensemble et avec la même dose de virus tuberculeux, l'un servant de témoin, l'autre traité curativement par le sérum de cheval présumé antituberculeux. Lorsque nous avons com-

muniqué nos résultats au Congrès de la tuberculose, 16 mois $\frac{1}{2}$ après l'inoculation, la mortalité montait à 78 pour 100 dans le lot témoin, et 42 seulement dans le lot traité. Nous avons mis fin à l'expérience le 24 janvier 1906, soit 20 mois $\frac{1}{2}$ après la tuberculisation, et la mortalité s'élevait alors à 96 pour 100 dans le lot témoin, contre 76 dans le lot traité.

En outre, nous avions tuberculisé deux autres lots qui non seulement subirent ensuite le traitement curatif, mais qui avaient, en outre, subi auparavant un traitement préventif, consistant en injections de sérum antituberculeux, puis de toxine, puis, pour l'un des lots, le quatrième, de bacilles morts. Au moment du Congrès de la tuberculose, la mortalité atteignait 55 pour 100 pour le troisième lot et 48 pour le quatrième. A la fin de l'expérience, elle était de 72 pour le troisième et 73 pour le quatrième.

On voit, en somme, que dans les deux expériences les lots traités par le sérum antituberculeux ont mieux résisté que les témoins ; de plus, l'inspection des courbes de mortalité montre que, dans la deuxième expérience, le traitement préventif à l'aide de la toxine et des bacilles morts a été plutôt nuisible, car il a provoqué une augmentation de la mortalité au début. Si, par la suite, les courbes de mortalité de ces lots se sont rapprochées de celle du lot traité seulement par le sérum curatif, c'est que, sans doute, l'action du sérum auquel ils restaient soumis se faisait de plus en plus sentir.

Nous nous sommes demandé si l'autopsie des animaux pourrait nous donner des renseignements précis sur leur résistance dans les différents lots. En réunissant dans chaque expérience les animaux qui avaient succombé spontanément et ceux qui ont été sacrifiés à la fin, nous avons obtenu les résultats suivants :

		Lésions généralisées.	Lésions localisées au thorax.	Pas de lésions apparentes.
1re expérience.	Lot I (témoin)	25 (76 %)	6 (20 %)	1 (3 %)
	» II (sérum normal)	20 (66 »)	9 (30 »)	1 (3 »)
	» III (sérum curatif)	20 (60 »)	4 (26 »)	6 (20 »)
	» IV (sérum préventif)	17 (56 »)	5 (16 »)	7 (23 »)
2e expérience.	Lot I (témoin)	34 (68 %)	8 (16 %)	8 (16 %)
	» II (sérum curatif)	24 (48 »)	21 (42 »)	6 (10 »)
	» III (traitement préventif et sérum curatif)	21 (42 »)	17 (34 »)	11 (22 »)
	» IV (traitement préventif et sérum curatif)	22 (51 »)	12 (27 »)	9 (20 »)

On voit que, dans les deux expériences, les lésions généralisées l'emportaient chez les témoins, alors que, chez les animaux traités, les lésions

restaient beaucoup plus souvent circonscrites au thorax. Mais on ne peut dire que l'absence de lésions apparentes dominait toujours chez les animaux traités, puisque, dans la deuxième expérience, les témoins de cette catégorie figurent pour une proportion un peu supérieure à ceux qui avaient reçu le simple traitement curatif, et un peu inférieure à ceux qui avaient été traités, à la fois, d'une façon préventive et curative.

Remarquons, du reste, que cette classification en 3 catégories n'est qu'une mesure incertaine du degré de l'infection. Il est arrivé, en effet, que des lésions graves étaient restées exclusivement circonscrites à la cavité thoracique dans laquelle avait été faite l'inoculation, tandis que, chez d'autres animaux, des lésions très légères étaient disséminées aussi bien dans le thorax que dans les viscères abdominaux.

De plus, nous n'avons relevé que des altérations macroscopiques. Or l'examen histologique montre que, dans la rate par exemple, alors qu'aucun tubercule n'est visible à l'œil nu, des altérations microscopiques peuvent exister. Enfin, il faudrait aussi tenir compte des lésions susceptibles de régression. C'est ainsi que l'examen histologique des organes, chez les animaux sacrifiés à la fin de l'expérience, a pu montrer, dans le poumon où l'inoculation avait été faite, des altérations de sclérose jeune, riche en cellules et des nodules lymphoïdes périvasculaires et péribronchiques, sans cellules géantes, ni caséification, ni bacilles colorables, c'est-à-dire la cicatrisation et la guérison du foyer d'inoculation.

C'est donc, en somme, la mortalité qui permet le mieux d'apprécier la marche de la tuberculose, dans nos expériences, et c'est surtout l'examen des courbes de mortalité qui en donne une idée exacte, plutôt que les chiffres de la mortalité finale. Car, si l'expérience dure très longtemps, pour des animaux dont la vie dans les laboratoires n'a pas une très longue durée, il arrive qu'un certain nombre d'entre eux, dans chaque lot, parviennent au terme habituel de leur existence et que le résultat final tende à s'égaliser dans les différents lots. C'est, du reste, pour cette raison que nous avons cru devoir mettre fin à nos expériences en sacrifiant les animaux survivants.

PATHOLOGIE. — *Identification des Trypanosomes pathogènes. Essais de sérodiagnostic.* Note de MM. **A. Laveran** et **F. Mesnil.**

Le problème de l'identification de certains trypanosomes pathogènes est très difficile en raison des grandes ressemblances morphologiques qu'ils

présentent et de leur mode d'action presque identique sur beaucoup d'espèces animales. Il faut tenir compte d'ailleurs des modifications morphologiques et des variations de virulence que peut subir un même trypanosome. Nous avons montré qu'un bon moyen de constater si deux trypanosomes donnés, A et B, appartenaient ou non à la même espèce, consistait à inoculer le virus B à un animal ayant acquis l'immunité pour le virus A, à rechercher si cet animal s'infectait ou non et réciproquement. Il est admis en pathologie que des virus qui se vaccinent sont identiques. Cette méthode n'a qu'un inconvénient, c'est qu'elle est longue et qu'il est difficile d'avoir toujours à sa disposition des animaux immunisés. Une méthode plus simple, plus rapide d'identification serait donc fort utile.

Nous avons établi en 1902 (¹) que le sérum d'Ovidés guéris de Nagana, actif vis-à-vis du *Trypan. Brucei*, n'avait aucune action vis-à-vis du *Trypan. equinum*. Kleine et Möllers (²) ont vu récemment qu'un sérum d'âne relativement très actif vis-à-vis du virus de Martini du Togo, n'influençait pas le *Trypan. Gambiense*.

Ces faits nous ont amenés à nous demander quelle était la valeur de cette séro-réaction au point de vue de la différenciation des trypanosomes. Nous nous sommes servis du sérum de trois chèvres guéries : l'une de Nagana du Zoulouland (chèvre N); la deuxième (chèvre NS) du même Nagana, puis de Surra (virus indien); la troisième (chèvre S) du Surra de Maurice, puis de la trypanosomiase des chevaux de Nha-Trang.

Voici les résultats obtenus :

1. Chèvre N. — Inoculée de Nagana le 8 juillet 1905, elle a été complètement débarrassée de ses trypanosomes vers le 1er novembre 1905. Eprouvée le 11 janvier 1906, elle avait l'immunité.

Essais avec le virus du Nagana. — Saignée du 27 novembre 1905. Le sérum protège les souris en mélange avec le virus (³) à la dose de $0^{cm^3},5$ (non essayé à dose plus faible).

Saignée du 8 décembre 1905. Le sérum protège à la dose de $0^{cm^3},25$ (non essayé à dose plus faible).

Saignée du 11 janvier 1906. Le sérum protège à la dose de $0^{cm^3},1$ (non essayé à dose plus faible).

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 838.

(²) *Zeitschr. f. Hygiene*, t. LII, 1906, p. 229.

(³) Dans toutes nos expériences, le mélange est fait dans un verre 1 ou 2 minutes au plus avant l'injection sous la peau de la souris.

Saignée du 17 février 1906. Le sérum protège à la dose de $0^{cm^3},1$ (non essayé à dose plus faible).

Le même sérum desséché, employé le 9 avril et le 2 mai, après redissolution dans un volume convenable d'eau distillée, est encore actif à $0^{cm^3},25$. Essayé le 9 avril à la dose de $0^{cm^3},1$, il donne 5 jours de retard.

Saignée du 6 avril 1906. Le sérum protège à la dose de $0^{cm^3},25$; à $0^{cm^3},1$, il donne 3 jours et demi de retard.

Saignée du 2 mai 1906. Le sérum est desséché. Employé le 12 mai, il est actif à la dose de $0^{cm^3},2$.

A la date du 2 mai, la chèvre est inoculée avec le virus du Nagana du Togo (Schilling), auquel elle succombe 1 mois plus tard (v. *infra*).

En résumé, on voit que, pendant plus de 4 mois, le sérum de la chèvre s'est montré doué de propriétés préventives manifestes quand on le mélangeait au virus naganique. Inoculé indépendamment du virus, il s'est montré notablement moins actif.

C'est ainsi que le sérum de la saignée du 11 janvier, inoculé 24 heures avant les Trypan, n'a sauvé qu'une souris sur deux à la dose de 1^{cm^3}, et également 1 souris sur 2 à la dose de $0^{cm^3},5$; — inoculé à la dose de $0^{cm^3},5$ en même temps que le virus, son action a été à peu près nulle; — inoculé à la dose de 1^{cm^3}, 24 heures après le virus, il a produit un retard s'élevant à 6 jours.

Essais avec le virus du Caderas. — Même à la dose de 1^{cm^3} en mélange avec le *Trypan. equinum*, les sérums des saignées des 11 janvier, 17 février et 6 avril n'ont montré aucune action protectrice.

Essais avec le virus indien du Surra. — Saignée du 11 janvier 1906. Le sérum protège en mélange à la dose de $0^{cm^3},1$ contre un virus de passage par souris (exp. du 13 janvier). — Ce même sérum, essayé de nouveau le 23 janvier (il était encore très actif sur le *Trypan. Brucei*), n'a aucune action, même à la dose de $0^{cm^3},5$, sur un virus provenant d'une souris inoculée elle-même sur une chèvre infectée.

Saignée du 17 février. Le sérum, même à la dose de 1^{cm^3} et $0^{cm^3},75$, ne procure qu'un retard insignifiant aux souris.

Saignée du 6 avril. La souris qui reçoit $0^{cm^3},75$ de sérum présente un retard de 5 jours; celle qui reçoit $0^{cm^3},5$ un retard de 3 jours.

Saignée du 2 mai. A $0^{cm^3},75$ le sérum ne protège pas.

En résumé, sauf avec le sérum de la saignée du 11 janvier, et encore dans une seule expérience sur deux, l'action a été faible ou nulle.

Essais avec le virus de Nha-Trang. — Les sérums des saignées du 11 janvier et du 2 mai, même à la dose de 1^{cm^3}, n'ont aucune action sur le Trypan. de Nha-Trang.

Essais avec les virus du Togo. — Nous avons expérimenté avec les virus de Schilling et de Martini, que nous devons à l'amabilité de ces savants. Même à la dose de $0^{cm^3},75$, les sérums des saignées du 17 février (employé desséché le 2 mai) et du 2 mai (employé desséché le 12 mai) n'ont montré aucune action appréciable, le premier sur

le virus de Schilling, le second sur le virus de Martini (v. *supra* l'action de ces mêmes sérums sur le Nagana du Zoulouland).

2. Chèvre NS. — Inoculée de Nagana le 24 décembre 1904, guérie vers avril 1905; son immunité pour le Nagana est éprouvée en juillet 1905. Inoculée de Surra de l'Inde le 6 octobre 1905; guérie vers février-mars 1906; a l'immunité.

Essais avec le virus indien du Surra. — Saignée du 6 avril 1906. Le sérum protège en mélange à la dose de $0^{cm^3},25$ (non essayé à dose moindre).

Saignée du 2 mai 1906. Le sérum protège à la dose de $0^{cm^3},25$; à celle de $0^{cm^3},1$, il donne un retard de 3 jours.

Essais avec le virus du Nagana (Zoulouland). — Saignée du 6 avril 1906. A des doses allant de $0^{cm^3},25$ à $0^{cm^3},75$, le sérum donne des retards de 1 jour et demi à 3 jours.

Saignée du 2 mai. Le sérum, desséché, employé le 12 mai, protège à la dose de $0^{cm^3},75$ (non essayé à dose moindre).

Essais avec des virus divers. — Le sérum du 2 mai, qui protégeait à la dose de $0^{cm^3},25$ contre le virus indien, s'est montré dénué de toute action, même à la dose de $0^{cm^3},75$ contre le virus de Nha-Trang.

Ce même sérum desséché, employé le 12 mai, n'exerce aucune action sur le virus du Togo de Martini, même à la dose de $0^{cm^3},75$ qui agit sur le *Trypan. Brucei* type.

3. Chèvre S. — Inoculée le 17 avril 1905 avec le trypanosome du Surra de Maurice la chèvre s'infecte puis guérit. Le 2 août un chien reçoit dans le péritoine 20^{cm^3} du sang de la chèvre, il ne s'infecte pas. La chèvre réinoculée avec le virus du Surra de Maurice se montre réfractaire. — Le 6 novembre 1905 la chèvre est inoculée avec le virus du Surra de Nha-Trang, elle a une infection légère; à la date du 7 décembre elle est guérie. Le 26 janvier 1906 une nouvelle inoculation faite avec le virus du Surra de Nha-Trang a un résultat négatif ([1]).

Au mois de janvier 1906 la chèvre avait donc l'immunité pour le Surra de Maurice et le Surra de Nha-Trang.

Le 19 janvier 1906 le sérum frais de la chèvre est essayé, au point de vue de son activité, sur les virus du Surra de Maurice, du Surra de Nha-Trang et du Nagana.

Essais avec le virus du Surra de Maurice. Le sérum protège à la dose de $0^{cm^3},90$ et de $0^{cm^3},50$ en mélange; à la dose de $0^{cm^3},25$ il produit un retard de 11 jours; à la dose de $0^{cm^3},10$ un retard de 4 jours.

Injecté 24 heures avant le virus, même à la dose de 1^{cm^3}, le sérum ne retarde la mort que de 3 jours.

Essais avec le virus du Surra de Nha-Trang faits le 19 janvier avec le même sérum que celui qui a été utilisé pour les essais précédents et dans des conditions

([1]) *Ann. Inst. Pasteur*, t. XX, avril 1906, p. 296.

identiques. Dans aucun cas les souris n'ont survécu, mais les mélanges de virus avec sérum $0^{cm^3},50$, $0^{cm^3},25$ et $0^{cm^3},10$ ont donné respectivement des retards de 8, 6 et 3 jours. Le sérum injecté 24 heures avant le virus aux doses de 1^{cm^3} et de $0^{cm^3},25$ n'a retardé la mort que de 24 heures.

Essais avec le virus du Nagana faits le 19 janvier dans les mêmes conditions que les deux essais précédents. Le sérum inoculé en mélange s'est montré complètement inactif même aux doses de $0^{cm^3},90$ et $0^{cm^3},50$.

Essais avec les virus du Surra de Maurice et de la Mbori. — Expérience du 8 mars avec le sérum frais de la chèvre S. Le sérum employé en mélange avec le virus du Surra de Maurice se montre actif aux doses de $0^{cm^3},90$ et de $0^{cm^3},25$; les souris inoculées avec ces mélanges survivent.

A la dose de $0^{cm^3},10$, le sérum retarde la mort de 4 jours.

Avec le virus de la Mbori les résultats sont très peu satisfaisants.

L'apparition des trypanosomes dans le sang des animaux inoculés avec les mélanges de sérum et de virus retarde de 1 à 2 jours seulement sur l'apparition des trypanosomes dans le sang de la souris témoin et la mort n'est retardée que de 1 à 2 jours.

Une autre expérience faite le 4 avril 1906, avec le sérum desséché de la chèvre S, donne les résultats suivants : le sérum se montre actif; en mélange avec le virus du Surra de Maurice aux doses de $0^{cm^3},50$, $0^{cm^3},25$ et même $0^{cm^3},10$ les souris survivent. Avec le virus de la Mbori le sérum détermine seulement un léger retard dans l'apparition des trypanosomes, la mort n'est retardée que de 3 jours.

Essais avec le Surra de Maurice et le virus fort du Togo de Martini. — Expérience faite le 10 mai 1906 avec du sérum frais de la chèvre S. Le sérum en mélange avec le virus du Surra de Maurice se montre actif à la dose de $0^{cm^3},50$; en mélange avec le virus du Togo, il est tout à fait inactif.

Conclusions. — En général, le sérum d'un animal qui a acquis l'immunité contre un trypanosome se montre actif quand on l'emploie, à dose suffisante, en mélange avec le sang contenant ce trypanosome, inactif quand on fait le même essai avec d'autres trypanosomes; le sérum acquiert donc souvent, à un degré assez élevé, des propriétés spécifiques qui peuvent être utilisées pour l'identification des trypanosomes; mais, dans l'application de cette méthode, on se heurte à plusieurs difficultés. L'activité des sérums fournis par les animaux immunisés est variable. C'est ainsi que la chèvre S vaccinée contre le Surra de Maurice et le Surra de Nha-Trang a fourni un sérum très peu actif contre le dernier. D'autre part, un sérum actif contre un trypanosome donné peut se montrer peu actif contre un trypanosome qui constitue une simple variété du premier; c'est probablement ainsi qu'il faut interpréter les résultats que nous avons obtenus dans nos essais comparatifs avec les trypanosomes du Surra de Maurice et de la Mbori, d'autres expériences ayant démontré que la Mbori et le Surra étaient des trypanosomiases de même espèce.

Inversement, l'exemple du sérum de la chèvre N qui, dans une expérience, s'est montré très actif vis-à-vis du Trypan. du Surra, montre qu'il faut être circonspect avant d'affirmer, par cette méthode, l'identité de deux trypanosomes; il faudra toujours répéter les essais, autant que possible avec des races différentes du même virus.

Tout en tenant compte des réserves exprimées ci-dessus, il y a néanmoins lieu de penser que :

1° Le Trypanosome de Nha-Trang est différent de celui de l'Inde. Les expériences que nous avons publiées antérieurement (*l. c.*) ne sont pas en contradiction avec cette conclusion;

2° Le virus du Togo de Schilling n'est pas le Nagana; celui de Martini n'est ni le Nagana, ni le Surra. Pour le premier de ces virus cette opinion est confirmée par l'expérience suivante :

La chèvre N, ayant l'immunité pour le Nagana, est inoculée avec le Trypan. de Schilling (sang d'un cobaye envoyé directement par ce savant) en même temps qu'un bouc qui sert de témoin. Les deux animaux s'infectent et succombent, le premier en 34 jours, le second en 35 jours. Il s'agit donc d'une race de Trypanosomes très virulente pour les caprins. Avec la même race, Schilling ([1]), à Berlin, avait déjà tué deux chèvres en moins de deux mois.

MICROBIOLOGIE. — *Sur l'indication de la voie digestive pour la vaccination antituberculeuse des jeunes ruminants.* Note de M. S. Arloing.

La Communication de MM. Calmette et Guérin et celle de M. E. Roux, à l'avant-dernière séance m'engagent à présenter cette Note, en attendant les résultats des essais d'immunisation que les faits qu'elle renferme m'avaient suggérés.

Au cours de mes nombreuses expériences sur l'inoculabilité de la tuberculose par toutes les voies, j'avais été frappé de l'insuccès apparent de quelques tentatives d'infection par les voies digestives sur certains jeunes sujets de l'espèce caprine.

Pour apprécier l'importance de cette remarque, j'ai entrepris systématiquement des infections sur des chevreaux à la mamelle.

Quatorze sujets ont été consacrés à ces expériences.

([1]) *Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte,* t. XXI, 1904.

Treize ont reçu des bacilles empruntés à des cultures pures: 6 fois, il s'agissait de bacilles humains de diverses provenances; 4 fois, de bacilles bovins; 1 fois, du bacille du cheval; 1 fois, du bacille acidophile de Moeller retiré du bœuf; 1 fois, de bacilles aviaires. Le quatorzième a ingéré successivement des bacilles humains et des bacilles bovins avec lesquels on avait inoculé les mamelles de sa mère nourrice.

Sauf les cas d'alimentation naturelle où le nombre des tétées a été indéterminé pendant six jours, tous les chevreaux ont ingéré les bacilles qui leur étaient destinés avec le lait stérilisé dont on chargeait leur biberon.

Le nombre des ingestions a été de cinq, échelonnées sur la longueur d'un mois.

La virulence de chaque sorte de bacilles était essayée lors de la première ingestion à l'aide d'inoculations faites à des lapins et à des cobayes; parfois, à des sujets de l'espèce caprine.

Sept mois et demi après la première ingestion, on a déterminé le pouvoir agglutinant du sérum sanguin des chevreaux, pouvoir qui était nul au début de l'expérience; puis, tous les chevreaux ont été soumis à l'épreuve de la tuberculine et, enfin, sacrifiés pour permettre la recherche la plus scrupuleuse des lésions consécutives à l'introduction des bacilles dans leur organisme.

L'un d'entre eux a été conservé plus longtemps et étudié quinze mois après l'infection.

Entre la première injection et le septième mois, le pouvoir agglutinant du sang s'est développé chez tous les chevreaux, depuis $\frac{1}{5}$ jusqu'à $\frac{1}{15}$; chez tous, la réaction à la tuberculine s'est montrée depuis 0°,7, au minimum, jusqu'à 2°,2. Cependant, chez le chevreau conservé pendant 15 mois, la sensibilité à la tuberculine avait disparu.

Selon l'habitude, on aurait pu s'attendre à trouver des lésions tuberculeuses à l'autopsie. Or on jugera par le résumé suivant qu'il a été bien loin d'en être ainsi: à l'exception du chevreau VII ayant ingéré des bacilles bovins très virulents, lequel eut des lésions intestinales très étendues, ainsi que des tubercules dans le poumon et la rate, et du chevreau V ayant reçu des bacilles humains (celui-ci porteur d'une seule granulation tuberculeuse), aucun des douze chevreaux restants n'a présenté de lésions macroscopiques.

Fidèle au principe que j'ai posé autrefois sur la recherche des signes anatomiques de l'infection tuberculeuse, j'ai prié un assistant bénévole de mon laboratoire, M. Stozzi, aujourd'hui professeur à l'Ecole vétérinaire de Milan, de procéder à l'examen histologique des organes capables de cacher des lésions microscopiques.

Je n'entrerai pas dans les détails de cet examen pour chaque animal. Je donnerai seulement les conclusions qui se dégagent de cette étude. L'histologie a confirmé le développement du système lymphatique chez tous les chevreaux, car elle a constaté l'hypertrophie des follicules lymphatiques des ganglions mésentériques et celle des petits nodules de tissu lymphadénoïde des parois bronchiques. Ces nodules sont parfois si volumineux et si nets qu'ils en imposeraient pour des granulations tuberculeuses naissantes. Elle nous a montré, en outre, dans le poumon du chevreau qui avait ingéré des bacilles bovins affaiblis par le vieillissement, des amas de cellules rondes dans quelques rares cavités alvéolaires ressemblant à de très petits foyers de pneumonie tuberculeuse hématogène. Enfin, sur le chevreau infecté avec des bacilles bovins en culture homogène, elle a encore relevé une infiltration de cellules rondes, plus abondante que de coutume, dans les espaces de Kierman ou autour de la veine sus-hépatique intra-lobulaire, généralement regardée comme un mode de réaction du foie contre l'infection tuberculeuse.

En résumé, l'étude nécropsique, rapprochée du développement du pouvoir agglutinant et des caractères de la réaction à la tuberculine, démontre que l'organisme du très jeune chevreau se défend efficacement contre l'infection intestinale par toutes les variétés de bacilles tuberculeux d'animaux à sang chaud, dont la virulence ne dépasse pas le pouvoir tuberculigène moyen *du bacille humain.*

La lutte ne s'établit pas seulement dans le système ganglionnaire de l'intestin. Quelle que soit l'étendue de son siège, elle peut finir par triompher complètement, comme l'atteste le chevreau que nous avons conservé quinze mois, chez lequel l'absence de lésion s'alliait à la disparition de la susceptibilité à la tuberculine.

Il est donc logique de déduire de ces faits :

1° Que la voie digestive s'offre à nous pour produire l'immunisation active, chez les tout jeunes ruminants, à l'aide de bacilles humains ou de bacilles bovins convenablement modifiés. Il paraît même que l'expérimentateur jouira d'une assez grande latitude dans le choix de ces bacilles.

2° Que la réaction à la tuberculine et le pouvoir agglutinant révèlent avant tout l'infection tuberculeuse, puisqu'ils existent en l'absence de lésions macroscopiques et même de lésions microscopiques certaines.

M. Émile Picard, en déposant sur le bureau le troisième fascicule terminant le Tome II de la *Théorie des fonctions algébriques de deux variables,* qu'il a rédigé avec la collaboration de M. Simart, s'exprime comme il suit :

Les deux premiers fascicules de ce Volume ont paru en 1900 et 1904; ce troisième fascicule termine cette publication qu'ont retardée diverses

circonstances. Ces retards m'ont permis de compléter divers points de mes recherches, en particulier la théorie des intégrales doubles de seconde espèce, intimement liée à la périodicité de ces intégrales; elle tient une place importante dans ce Volume, et se trouve, je crois, fixée maintenant dans ses parties essentielles. Sur des sujets aussi nouveaux, on ne s'étonnera pas de rencontrer de nombreuses questions qui ne sont qu'amorcées; parmi elles, je signalerai, entre bien d'autres, ce qui concerne les intégrales de différentielles totales de troisième espèce, où j'ai introduit un entier ρ qui, considéré récemment par M. Severi sous un nouveau point de vue, demandera une étude plus complète.

La théorie des fonctions algébriques de deux variables, tracée aujourd'hui dans ses grandes lignes, a fait dans ces derniers temps, surtout en Italie, l'objet de recherches importantes. Le point de vue fonctionnel et le point de vue géométrique se rejoignent en plusieurs endroits de la théorie; on en a des exemples dans les beaux travaux de M. Humbert, de MM. Castelnuovo et Enriques, de M. Severi, et même dans la théorie des intégrales doubles qui paraît d'abord bien éloignée de la Géométrie, où la recherche du nombre des cycles à deux dimensions m'a conduit à un invariant relatif déjà rencontré dans des études très différentes.

On trouvera à la fin de ce Volume quelques Notes où sont reproduites des recherches que je n'ai pas achevées et qui paraissent pouvoir être utilement poursuivies. Dans plusieurs Chapitres de cet Ouvrage, nous avions étudié diverses théories géométriques ayant leur origine dans les mémorables travaux de M. Nœther, qui fut là un précurseur, et de M. Zeuthen. MM. Castelnuovo et Enriques ont bien voulu nous donner une Note extrêmement intéressante qui complète notre étude et donne sur toutes ces questions l'état actuel de la Science. Nous les en remercions vivement; leurs indications bibliographiques, jointes à celles du texte, seront en outre très utiles à ceux qui désireront s'occuper des fonctions algébriques de deux variables et des surfaces algébriques.

M. le général **Sebert** en offrant à l'Académie un Ouvrage auquel il a collaboré s'exprime ainsi :

J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie un exemplaire du *Manuel complet du répertoire bibliographique universel* dont la rédaction est due en grande partie à la collaboration du Bureau bibliographique de Paris que j'ai l'honneur de présider.

Ce volumineux Ouvrage, fruit d'un labeur de plus de dix années, constitue un exposé complet des travaux de l'Institut international de bibliographie qui a entrepris la publication du *Répertoire bibliographique universel*, consacré notamment au Catalogue des œuvres scientifiques et industrielles, et qui par suite double et complète, sous certains rapports, l'œuvre de la Société royale de Londres.

La plus grande partie du Manuel est occupée par les Tables de la *Classification bibliographique décimale* qui, en prenant pour point de départ l'œuvre déjà ancienne de Melvil Dewey, ont été complétées, considérablement développées et mises à jour de façon à s'adapter aux progrès les plus récents des sciences.

Ainsi complétées, et grâce à la présence de leur *Index alphabétique* qui renferme plus de 40000 rubriques de classement, ces Tables peuvent aujourd'hui être employées, avec la plus grande facilité, pour le classement de toutes les œuvres intellectuelles sans exception.

Comme elles réunissent, dans un seul ensemble, l'universalité des connaissances humaines, elles peuvent servir à établir une relation entre tous les systèmes de classement déjà proposés ou employés pour l'établissement des répertoires bibliographiques divers.

Elles peuvent ainsi servir à constituer une classification documentaire universelle et faciliter les moyens d'organiser, sur une large base, l'entente et la coopération internationale dans les travaux de toute nature. Des démarches diplomatiques sont déjà engagées pour constituer, d'un commun accord entre divers gouvernements, un service international de documentation générale, en prenant pour base ce mode de classification, suivant des propositions qui ont été soumises au Congrès d'expansion économique mondiale tenu à Mons l'an dernier.

Au point de vue international cette classification joue, en effet, un rôle similaire à celui qu'on attend de la langue internationale *Esperanto*, car de même que celle-ci ne cherche pas à contrarier les langues particulières ni à s'y substituer, mais uniquement à servir d'auxiliaire et de complément pour les relations extérieures, de même la classification bibliographique universelle ne vise pas à se substituer aux classifications scientifiques fragmentaires qui existent, mais uniquement à se juxtaposer à elles, afin de créer un lien matériel de classement entre toutes les productions de l'esprit.

L'emploi en est fait, dans cet ordre d'idées même, pour la publication qui vient d'être entreprise des sommaires des *Comptes rendus de l'Association*

française pour l'avancement des Sciences dont les articles embrassent des sujets trop variés pour que les tables fragmentaires adoptées déjà pour les différentes branches de sciences et même celles du Catalogue de la Société royale de Londres puissent leur convenir, car elles ne se trouvent pas toujours suffisantes et, en tous cas, n'établissent pas une série unique et convenablement coordonnée.

M. **Charles Depéret** fait hommage à l'Académie des versions espagnole et française de deux Mémoires qu'il vient de publier en collaboration avec M. Louis Mariano Vidal : *Les Vertébrés de l'oligocène inférieur de Tarrega (province de Lerida)* et *Contribution à l'étude de l'oligocène de la Catalogne*.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre à la place devenue vacante, dans la Section de Physique, par le décès de M. *Pierre Curie*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56 :

M. D. Gernez	obtient	37	suffrages,
M. Bouty	»	15	»
M. André Broca	»	3	»
M. Pellat	»	1	»

M. **D. Gernez**, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Président de l'Association internationale pour l'étude des régions polaires** adresse divers documents imprimés relatifs au Congrès international qui se tiendra à Bruxelles au mois de septembre 1906 et invite les Membres de l'Académie à participer aux travaux de ce Congrès.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée qui comprend : M. le Président, les Membres de la Section de Géographie et Navigation, MM. Darboux et de Lapparent.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

L'âge des derniers volcans de la France, par Marcellin Boule. (Présenté par M. Gaudry.)

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation de certaines surfaces tétraédrales*. Note de M. **G. Tzitzéica**.

On peut réduire l'élément linéaire de la surface

$$(1)\qquad Ax^{\frac{2}{3}} + By^{\frac{2}{3}} + Cz^{\frac{2}{3}} = 1$$

à l'une des deux formes suivantes :

$$(2)\qquad ds^2 = u\,du^2 + 2m\,du\,dv + v\,dv^2 \qquad (m = \text{const.}),$$

$$(3)\qquad ds^2 = v\,du^2 + 2u\,du\,dv + dv^2,$$

selon que

$$A^{\frac{3}{2}} + B^{\frac{3}{2}} + C^{\frac{3}{2}} \neq 0 \qquad \text{ou} \qquad = 0.$$

Occupons-nous de chacun de ces éléments linéaires.

1. Si l'on change dans (2) u en $\frac{1}{u}$, on trouve

$$ds^2 = \frac{1}{u^3}du^2 - 2m\frac{1}{u^2}du\,dv + v\,dv^2.$$

Soit S une surface ayant cet élément linéaire, $M(x, y, z)$ un de ses points. Posons

$$x_1 = \frac{\partial x}{\partial v}, \qquad y_1 = \frac{\partial y}{\partial v}, \qquad z_1 = \frac{\partial z}{\partial v};$$
$$x_2 = u^{\frac{3}{2}}\frac{\partial x}{\partial u}, \qquad y_2 = u^{\frac{3}{2}}\frac{\partial y}{\partial u}, \qquad z_2 = u^{\frac{3}{2}}\frac{\partial z}{\partial u}.$$

Le point (x_1, y_1, z_1) décrit une surface S_1, dont x_2, y_2, z_2 sont les cosinus de la normale. Il est aisé de prouver que S_1 est une surface à courbure totale constante et que u et v ont des significations géométriques simples. Il résulte de là que *la déformation des surfaces* (1) *ayant un élément* (2) *se réduit à la recherche des surfaces à courbure totale constante.*

2. Si l'on remplace dans (3) $v + \frac{u^2}{2}$ par u et u par $v\sqrt{2}$, on trouve

$$ds^2 = du^2 + 2(u - 3v^2)\,dv^2,$$

dont la déformation se ramène (Darboux, *Théorie des surfaces*, t. IV, p. 326) à la recherche des surfaces pour lesquelles on a

$$(4) \qquad \rho + \rho' = 4p,$$

ρ et ρ' étant les rayons principaux de courbure et p la distance de l'origine au plan tangent, ce qui conduit à l'équation de Laplace

$$\frac{\partial^2 p}{\partial\alpha\,\partial\beta} = -\frac{6p}{(1+\alpha\beta)^2}$$

intégrable. Cependant, il n'est peut-être pas sans intérêt de remarquer que les surfaces (4) se ramènent aux surfaces minima. Remplaçons en effet p par $p^{\frac{1}{3}}$, le plan tangent restant parallèle, on trouvera que les surfaces transformées vérifient la relation

$$(5) \qquad \rho + \rho' = -\frac{8q}{p},$$

$2q$ étant comme d'habitude le carré de la distance d'un point de la surface à l'origine. Enfin *la podaire d'une surface* (5) *est une surface minima.*

GÉOMÉTRIE. — *Un théorème sur les surfaces algébriques d'ordre n.* Note de M. **G.-B. Guccia**, présentée par M. Émile Picard.

1. Soit F_n une surface algébrique, quelconque, d'ordre n. Fixons arbitrairement dans l'espace : 1° un point P; 2° un plan Π_2, ne passant pas par P. Soient Π_1 le plan tangent en P à la surface unique du faisceau (F_n, Π^n), qui passe par P; Π_3 le plan polaire de P par rapport à F_n. Un quatrième plan, Π_4, sera déterminé par la construction suivante : le faisceau (F_n, K_n) (où K_n désigne le cône de sommet P passant par la courbe intersection de Π_2 avec F_n) contient une surface qui se décompose en Π_2 et en une surface d'ordre $n-1$: F_{n-1} [passant par la courbe gauche d'ordre $n(n-1)$ intersection résiduelle de F_n avec K_n]. De même, le faisceau (F_{n-1}, K_{n-1}) (où K_{n-1} désigne le cône de sommet P passant par la courbe intersection de Π_2 avec F_{n-1}) contient une surface qui se décompose en Π_2 et en une

surface d'ordre $n-2$: F_{n-2}, etc. On détermine ainsi $n-1$ surfaces : F_{n-1}, F_{n-2}, ..., $F_{n-(n-1)}$, dont la dernière est un plan $F_{n-(n-1)} \equiv \Pi_4$.

Cela posé, il y a la proposition suivante :

Le point P *et le plan* Π_2 *étant arbitrairement fixés dans l'espace :* 1° *les quatre plans* Π_1, Π_2, Π_3, Π_4 *passent par une même droite;* 2° *leur rapport anharmonique est constant et égal à* n.

En effet, le point P et le plan Π_2 étant arbitrairement fixés dans l'espace, soit $x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = 0$ un tétraèdre de référence dont un des sommets, $x_1 = x_2 = x_3 = 0$, coïncide avec P et la face opposée, $x_4 = 0$, avec Π_2. L'équation de la surface F_n pouvant être ramenée à la forme

$$F_n \equiv x_4^n \varphi_0 + x_4^{n-1} \varphi_1 + \ldots + x_4 \varphi_{n-1} + \varphi_n = 0,$$

φ_0 étant une constante et φ_i $(i = 1, 2, \ldots, n)$ un polynome homogène de degré i en x_1, x_2, x_3, l'on trouve

$$\Pi_1 \equiv \varphi_1 = 0, \qquad \Pi_2 \equiv x_4 = 0,$$
$$\Pi_3 \equiv \varphi_1 + n\varphi_0 x_4 = 0, \qquad \Pi_4 \equiv \varphi_1 + \varphi_0 x_4 = 0;$$

d'où l'on reconnaît immédiatement que les quatre plans Π_1, Π_2, Π_3, Π_4 passent par une même droite $(\varphi_1 = x_4 = 0)$ et que leur rapport anharmonique est égal à $\frac{n\varphi_0}{\varphi_0} = n$. C. Q. F. D.

Pour $n = 2$ (quadrique), on voit en particulier que : *les quatre plans* Π_1, Π_3, Π_2, Π_4, *ainsi que les quatre plans* Π_3, Π_1, Π_2, Π_4 *sont en* situation harmonique.

Le théorème que nous venons de démontrer et celui que l'on déduit par dualité (au moyen desquels les invariants numériques *ordre* et *classe* d'une surface sont exprimés respectivement comme *rapports anharmoniques* de quatre plans d'un faisceau et de quatre points en ligne droite, bien déterminés) donnent lieu à plusieurs déductions et applications dans la théorie des surfaces algébriques. D'autre part, leur généralisation dans la géométrie à $d\,(> 3)$ dimensions n'offre aucune difficulté (1).

2. Bornons-nous à l'examen du cas particulier où l'on suppose que P coïncide en un point $(r)^{\text{ple}}$ $(r < n-1)$ de la surface donnée. Écrivons $F_n^{(r)}$ à la place de F_n et Π à la place de Π_2. Soient : K_r le cône tangent en P à la surface $F_n^{(r)}$; K_{r+1} le cône tangent en P à la surface, unique, du fais-

---

(1) Pour $d = 2$, *voir* ma Note précédente, dans ces *Comptes rendus*, t. CXLII, séance du 5 juin 1906.

ceau $(F_n^{(r)}, K_r, \Pi^{n-r})$, qui a un point $(r+1)^{ple}$ en P; $M_{r+1}^{(r)}$ la $(n-r-1)^{\text{ième}}$ polaire de P par rapport à $F_n^{(r)}$. Le faisceau $(F_n^{(r)}, L_n)$ (L_n étant le cône de sommet P passant par la courbe intersection de Π avec $F_n^{(r)}$), contient une surface qui se décompose en Π et en une surface d'ordre $n-1$, $F_{n-1}^{(r)}$ [passant par la courbe gauche d'ordre $n(n-1)$ intersection résiduelle de $F_n^{(r)}$ avec L_n]. De même, le faisceau $(F_{n-1}^{(r)}, L_{n-1})$ (L_{n-1} étant le cône de sommet P passant par la courbe intersection de Π avec $F_{n-1}^{(r)}$), contient une surface qui se décompose en Π et en une surface d'ordre $n-2$, $F_{n-2}^{(r)}$, etc. On détermine ainsi $n-r-1$ surfaces, $F_{n-1}^{(r)}, F_{n-2}^{(r)}, \ldots, F_{n-(n-r-1)}^{(r)}$, dont la dernière,

$$F_{n-(n-r-1)}^{(r)} \equiv F_{r+1}^{(r)},$$

est une surface monoïde d'ordre $r+1$.

Cela posé, voici la proposition qne l'on a dans ce cas particulier :

Le plan Π étant arbitrairement fixé dans l'espace : 1° *les quatre surfaces d'ordre $r+1$: K_{r+1}, ΠK_r, $M_{r+1}^{(r)}$, $F_{r+1}^{(r)}$ appartiennent à un même faisceau;* 2° *leur rapport anharmonique est égal à $n-r$.*

En effet, le plan Π étant arbitrairement fixé dans l'espace, soit

$$x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = 0$$

un tétraèdre de référence dont un des sommets, $x_1 = x_2 = x_3 = 0$, est en P et la face opposée, $x_4 = 0$, en Π. L'équation de la surface donnée $F_n^{(r)}$ pouvant être ramenée à la forme

$$(\alpha) \qquad F_n^{(r)} \equiv x_4^{n-r}\varphi_r + x_4^{n-r-1}\varphi_{r+1} + \ldots + x_4\varphi_{n-1} + \varphi_n = 0,$$

$\varphi_i (i = r, r+1, \ldots, n)$ étant un polynome homogène de degré i en x_1, x_2, x_3, on trouve tout de suite

$$K_{r+1} \equiv \varphi_{r+1} = 0, \qquad \Pi K_r \equiv x_4\varphi_r = 0,$$
$$M_{r+1}^{(r)} \equiv \varphi_{r+1} + (n-r)x_4\varphi_r = 0, \qquad F_{r+1}^{(r)} \equiv \varphi_{r+1} + x_4\varphi_r = 0;$$

d'où l'on déduit immédiatement que les quatre surfaces d'ordre $r+1$, K_{r+1}, ΠK_r, $M_{r+1}^{(r)}$, $F_{r+1}^{(r)}$ appartiennent à un même faisceau et que leur rapport anharmonique est égal à $n-r$. C. Q. F. D.

Pour $r = n-2$ on a, en particulier, cet autre énoncé :

Les quatre surfaces d'ordre $n-1$: K_{n-1}, $M_{n-1}^{(n-2)}$, ΠK_{n-2}, $F_{n-1}^{(n-2)}$, ainsi que

$$M_{n-1}^{(n-2)}, \quad K_{n-1}, \quad \Pi K_{n-2}, \quad F_{n-1}^{(n-2)}$$

sont en situation harmonique.

3. Ailleurs [*Rendiconti* de Palerme, t. XVI (1902), p. 286-293], j'ai appelé 1ère, 2e, ..., $(n-r-1)^{\text{ième}}$ *conjointe de deuxième espèce* de la surface donnée $F_n^{(r)}$, par rapport au point P et à un plan quelconque Π de l'espace, respectivement les $n-r-1$ surfaces (d'ordre $n-1, n-2, \ldots, r+1$), $F_{n-1}^{(r)}, F_{n-2}^{(r)}, \ldots, F_{r+1}^{(r)}$ que nous venons de déterminer dans le numéro précédent, et 1ère, 2e, ..., $(n-r-1)^{\text{ième}}$ *conjointe de première espèce* de $F_n^{(r)}$ par rapport à P et à Π, respectivement les $n-r-1$ surfaces (du même ordre n), $F_n^{(r+1)}, F_n^{(r+2)}, \ldots, F_n^{(n-1)}$ que l'on déduit de $F_n^{(r)}$ par le procédé suivant : Le faisceau $(F_n^{(r)}, K_r\Pi^{n-r})$ (K_r étant le cône tangent en P à la surface $F_n^{(r)}$) contient une, et une seule, surface douée d'un point $(r+1)^{\text{ple}}$ en P : $F_n^{(r+1)}$. De même, le faisceau $(F_n^{(r+1)}, K_{r+1}\Pi^{n-r-1})$ (K_{r+1} étant le cône tangent en P à la surface $F_n^{(r+1)}$) contient une, et une seule, surface douée d'un point $(r+2)^{\text{ple}}$ en P : $F_n^{(r+2)}$. Et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'on parvienne à la surface monoïde $F_n^{[r+(n-r-1)]} \equiv F_n^{(n-1)}$.

Pour $r=0$, il faut sous-entendre, dans ces deux définitions, que P soit un point quelconque du plan.

Les surfaces conjointes des deux espèces jouissent de plusieurs propriétés géométriques, dont j'ai déjà fait connaître quelques-unes dans la Note citée. Pour ce qui concerne les cônes K et L, dont il est question plus haut, a lieu la propriété suivante, $K_i \equiv L_i$.

Enfin, la surface donnée $F_n^{(r)}$, étant représentée par l'équation (α), d'après les précédentes constructions géométriques, on trouve tout de suite pour les $n-r-1$ surfaces conjointes de *première* et de *deuxième* espèce, par rapport au point $P(x_1=x_2=x_3=0)$ et au plan $\Pi(x_4=0)$, respectivement les équations suivantes :

$$\begin{gathered} F_n^{(r+i)} \equiv x_4^{n-r-i}\varphi_{r+i} + x_4^{n-r-i-1}\varphi_{r+i+1} + \ldots + x_4\varphi_{n-1} + \varphi_n = 0 \\ F_{n-i}^{(r)} \equiv x_4^{n-r-i}\varphi_r + x_4^{n-r-i-1}\varphi_{r+1} + \ldots + x_4\varphi_{n-i-1} + \varphi_{n-i} = 0 \\ (i=1, 2, \ldots, n-r-1, \quad r \geqq 0). \end{gathered}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du deuxième ordre et du premier degré dont l'intégrale générale est uniforme.* Note de M. **Gambier**, présentée par M. Painlevé.

J'achève dans cette Note l'énumération des équations

$$y'' = \left(1 - \frac{1}{n}\right)\frac{y'^2}{y} + B(y,x)\,y' + C(y,x)$$

à points critiques fixes.

Les cas qui restent à traiter sont ceux où $n = 2$, 3 ou 5, lesquels fournissent 10 types nouveaux à joindre aux 4 types de la Note précédente (*Comptes rendus*, 18 juin 1906).

Cinquième type : $n = 2$, $c = 0$, $h = 0$, $d = \frac{a^2}{2}$. — Ces conditions entraînent $g = 0$. L'équation se ramène *algébriquement* à l'un des types

$$\begin{aligned} \eta'' &= -\frac{5m}{2}\eta' + 6\eta^2 - \eta\left[m' + \frac{3m^2}{2}\right], \\ \eta'' &= \frac{m'}{2m}\eta + m\left[6\eta^2 - \frac{1}{2}\right], \\ \eta'' &= 6\eta^2 + \xi \end{aligned}$$

par une substitution

$$\left\{\begin{aligned} y' &= y^2 + (r+q)y - 12s\eta + \frac{(q+2r)(3r-q)}{25} + \frac{q'+2r'}{5}, \\ \xi &= t(x). \end{aligned}\right.$$

Sixième type : $n = 2$; $c = 0$, $h \neq 0$, $d = \frac{a^2}{2}$. — Ces conditions entraînent $g = 0$; $b = \frac{h'}{2h}$:

$$y'' = \frac{y'^2}{2y} + yy' + \frac{q'}{2q}y' + \frac{y^3}{2} + ry^2 + \left[\frac{q''}{2q} - \frac{5q'^2}{8q^2} + r' + \frac{r^2}{2}\right]y + \frac{q}{y};$$

q et r sont liés par une relation analogue à celle du type précédent et une substitution toute semblable ramène aux mêmes équations.

Septième type : $n = 2$; $a = 0$, $d \neq 0$; $c = 0$, $h = 0$. — Ces conditions entraînent $g = 0$.

Si $e = 0$ on a deux équations déjà rencontrées en étudiant $n = 4$:

$$\begin{aligned} y'' &= \frac{y'^2}{2y} + 2qy' + \frac{3}{2}y^3 + \left(q' - \frac{3q^2}{2}\right)y, \\ y'' &= \frac{y'^2}{2y} + \frac{q'}{2q}y' + \frac{3q}{2}(y^3 + 4y). \end{aligned}$$

Si $e \neq 0$, deux équations dont la première se ramène aux fonctions elliptiques et la seconde fournit la transcendante nouvelle signalée :

$$\begin{aligned} y'' &= \frac{y'^2}{2y} + \frac{q'}{2q}y' + q\left(\frac{3}{2}y^3 + 4y^2 + 2\alpha y\right), \\ y'' &= \frac{y'^2}{2y} + \frac{3}{2}y^3 + 4xy^2 + 2(x^2 - \alpha)y. \end{aligned}$$

Huitième type : $n=2$, $a=0$, $d\neq 0$; $c=0$, $h\neq 0$. — Ces conditions entraînent $g=0$, $b=\frac{h'}{2h}$.

Si $e=0$, on retrouve une équation obtenue pour $n=4$:

$$y''=\frac{y'^2}{2y}+\frac{q'}{2q}y'+q\left(\frac{3}{2}y^3+\alpha y+\frac{1}{2y}\right).$$

Si $e\neq 0$, on a deux équations jouissant des mêmes propriétés que les correspondantes du numéro précédent

$$y''=\frac{y'^2}{2y}+\frac{q'}{2q}y'+q\left[\frac{3}{2}y^3+4\alpha y^2+2\beta y+\frac{1}{y}\right],$$
$$y''=\frac{y'^2}{2y}+\frac{3}{2}y^3+4xy^2+2(x^2-\alpha)y+\frac{1}{\beta y}.$$

Neuvième type : $n=2$; $a=0$, $d=0$; $c=0$, $h\neq 0$. — Ces conditions entraînent $g=0$, $b=\frac{h'}{2h}$.

Si $e=0$, on retrouve une équation obtenue pour $n=4$:

$$y''=\frac{y'^2}{2y}+\frac{h'}{2h}y'+fy+\frac{h}{y}.$$

Si $e=0$, on obtient deux équations

$$y''=\frac{y'^2}{2y}+\frac{q'}{2q}y'+q\left[y^2+\alpha y+\frac{1}{y}\right],$$
$$y''=\frac{y'^2}{2y}+y^2+\alpha xy+\frac{1}{y},$$

dont la première s'intègre par les fonctions elliptiques et la seconde se ramène à la transcendante $\eta''=2\eta^3+\xi\eta+\alpha$.

Dixième type : $n=2$; $d=-\frac{a^2}{8}$; $c=0$, $h\neq 0$. — Ces conditions entraînent $g=0$, $b=\frac{h'}{2h}$:

$$y''=\frac{y'^2}{2y}+qyy'-\frac{q^2}{8}y^3+\frac{q'}{2}y^2+fy-\frac{1}{2y}.$$

Cette équation est somme toute un cas particulier du quatrième type, sur lequel je reviendrai ultérieurement.

Onzième type : $n=3$, $d=\frac{3a^2}{2}$; $c=0$, $h=0$. — Ces conditions entraî-

nent $g = 0$:

$$y'' = \frac{2}{3}\frac{y'^2}{y} + \frac{yy'}{3} + qy' + \frac{y^3}{6} + ry^2 + \left[q' + 2r' + \frac{2(q+2r)(r-q)}{3}\right]y;$$

q et r vérifient une relation analogue à celle du cinquième type; une substitution semblable

$$\begin{cases} y' = \frac{y^2}{2} + (q+2r)y - 12s\eta^2, \\ \xi = t(x) \end{cases}$$

ramène l'équation à l'un des types

$$\eta'' = -3m\eta' + 2\eta^3 - \eta[m' + 2m^2],$$
$$\eta'' = \frac{m'}{2m}\eta' + m[2\eta^3 + \eta],$$
$$\eta'' = 2\eta^3 + \xi\eta.$$

Douzième type : $n = 3$, $d = \frac{3a^2}{2}$, $h = -3c^2$. — Il se passe ici des circonstances analogues à celles du numéro précédent; une substitution analogue ramène soit aux trois mêmes équations, soit à

$$\eta'' = \frac{m'}{2m}\eta' + m[2\eta^3 + \alpha\eta + 1],$$
$$\eta'' = 2\eta^3 + \xi\eta + \alpha.$$

Treizième type : $n = 5$, $d = 5a^2$, $c = 0$, $h = 0$. — Ces conditions entraînent $g = 0$.

Quatorzième type : $n = 5$, $d = 5a^2$, $h = -\frac{5c^2}{9}$. — Ces deux types s'intègrent par les fonctions elliptiques.

NAVIGATION. — *Diminution de la vitesse et changement d'assiette des navires par l'action réflexe de l'eau sur le fond.* Note de M. E. FOURNIER, présentée par M. Bertin.

De récentes observations ont révélé que la vitesse et l'assiette longitudinale des navires sont troublées par l'action réflexe de l'eau sur le fond, quand la profondeur des bases sur lesquelles on les mesure est insuffisante. C'est l'explication de ce phénomène et la détermination de la profondeur

limite H qu'il peut atteindre, selon la profondeur de carène et la vitesse des bâtiments, que j'ai tenté de donner dans cette Note.

Considérons, pour faciliter l'exposition du sujet, un navire flottant, fixé et orienté dans le lit d'un courant de vitesse v. Les filets liquides s'infléchissent par réactions, en se heurtant à sa carène sous la charge du courant. Les plus élevés sont rejetés par cette réaction vers la surface libre qu'ils dénivellent, et les autres s'engouffrent, au contraire, vers le fond, autour et au-dessous de cet obstacle. Il en résulte une accélération de ceux-ci par le resserrement de la section de débit du courant, et dont le maximum est atteint, à la fois dans tous les niveaux, au-dessous du maître couple, dans le prolongement du plan vertical de symétrie du navire.

Le maximum absolu de cette accélération a lieu dans le plus élevé des filets descendants, après une double inflexion, dans le plan vertical de symétrie, l'amenant, de son sommet supérieur de profondeur, z_0, jusqu'à son sommet inférieur d'une profondeur, h, égale à celle du maître couple immergé. C'est sur ce sommet que les molécules liquides de ce filet, seulement alors affranchies de tout obstacle à leur cours naturel, reprennent le parallélisme, l'horizontalité et l'uniformité de leur translation, en acquérant, par réaction impulsive, une vitesse limite V plus grande que la vitesse translatoire v du courant.

Dans ces conditions : la variation de la pression est nulle, le long de ce sommet horizontal inférieur et, à cause de l'uniformité de l'écoulement qui s'y produit, la réaction impulsive qui entraîne les molécules liquides et les résistances qui lui sont opposées s'y font équilibre. La formule de Bernoulli s'y réduit alors à son seul terme relatif à l'abaissement, $h - z_0$, du niveau, du sommet supérieur au sommet inférieur du filet principal considéré. Elle est donc

$$\frac{1}{2}\frac{\rho}{g}(V^2 - v^2) = \rho(h - z_0), \tag{1}$$

ρ étant la densité de l'eau.

Dans le même plan vertical de symétrie, les autres filets plus bas, se modelant sur celui-ci, s'infléchissent de même, de l'un à l'autre, jusqu'à une profondeur H, telle que l'écoulement de l'eau y soit assuré, depuis sa section extérieure, de hauteur H, jusqu'à sa section intérieure, de hauteur $H - h$, avec un débit constant, $Hv = (H - h)\frac{V + v}{2}$. Or, de cette égalité, on déduit la relation

$$H = h\frac{V + v}{V - v}. \tag{2}$$

En éliminant V entre cette équation et la précédente (1), on obtient alors l'expression cherchée

$$(3) \qquad H = h\frac{\sqrt{1+\frac{2g(h-z_0)}{v^2}}+1}{\sqrt{1+\frac{2g(h-v_0)}{v^2}}-1},$$

qui croît avec v jusqu'à l'infini, et avec z_0 jusqu'à la limite de cet élément. Dans cette formule, z_0 représente la profondeur immergée du centre de figure du maître-couple, comprise, sur tous les navires, entre $\frac{h}{3}$ et $\frac{h}{2}$, car c'est à ce point que l'on doit supposer appliquée la résultante horizontale des impulsions de l'eau qui se trouve équilibrée, dans la translation uniforme du courant, par celle des réactions antagonistes de la carène déviant les filets liquides au-dessus et au-dessous de la direction de cette résultante.

Il était intéressant de donner à la formule théorique (3) la consécration expérimentale. Or, je n'ai pu me procurer, à cet effet, que le résultat d'une seule expérience, que je dois à une Communication de M. Bertin. On a déduit, par comparaison, de mesures précises faites en Italie, que notre croiseur rapide, le *Jurien de la Gravière,* devait sentir, à la vitesse de 23 nœuds, l'action réflexe de l'eau sur le fond, jusqu'à une profondeur de 60^m environ. En appliquant la formule (3) à ce cas, on devait donc obtenir une valeur voisine de cette profondeur, mais nécessairement plus grande. Or, en calculant, par la formule (3), avec les caractéristiques de ce croiseur : $h = 5^m,7$; $z_0 = 2^m,39$, pour $z_0 = 0,42h$; on obtient la limite

$$H = 68^m,4,$$

satisfaisant, en effet, à ces conditions.

Il est facile de se rendre compte que l'accélération horizontale acquise par les filets liquides, au-dessous du maître-couple, tend à diminuer, au delà, leur angle de redressement vers la surface libre sous l'effort de succion de l'arrière de la carène qui les sollicite dans ce sens, et cela d'autant plus que cette accélération, $V - v$, est plus grande et augmente ainsi la profondeur H. Or, il en résulte un effet nuisible au remplacement de l'eau et accroissant donc, en augmentant la dépression à l'arrière du navire, la charge du courant sur sa carène. On voit, en outre, qui si les filets descendants, les plus bas, rencontrent le sol avant d'atteindre leur profondeur limite, la vitesse de débit du courant, plus resserré entre cet obstacle à leur inflexion et le dessous de la carène, augmente en conséquence de

ce resserrement. De plus, en se réfléchissant au choc sur le fond, ces filets se redressent plus brusquement, par réaction verticale, vers la surface libre où ils grossissent, par une partie de leurs apports, la vague d'étambot, et en la rapprochant du maître-couple, en même temps qu'ils soulèvent ainsi davantage l'arrière du navire, ce qui fait plonger, au contraire, son avant et augmente la charge du courant sur sa carène.

Ces résultats s'appliquent évidemment aussi au cas d'un navire en marche dans une eau tranquille.

Le soulèvement de l'arrière d'un navire en marche, par action réflexe, sur le fond, du courant rétrograde qu'il détermine au-dessous de lui par la réaction de la résistance de l'eau, est à signaler aux commandants des navires sous-marins, car il est de nature à contrecarrer l'effort de redressement antagoniste du gouvernail de plongée, quand ces petits bâtiments, après avoir obliqué trop rapidement et trop en pointe vers le fond, veulent arrêter leur descente, ou revenir vers la surface. Dans ce cas, en effet, cette action réflexe est d'autant plus redoutable pour eux qu'elle s'accroît progressivement, dans leur plongée, à mesure qu'ils se rapprochent du fond où elle prend point d'appui. C'est ainsi qu'on peut s'expliquer certains faits jusqu'ici incompréhensibles et notamment le grave accident qui faillit arriver à un de nos submersibles, le *Silure*, qui, il y a trois ans, a été entraîné, malgré lui, sur une inclinaison croissante, de 40 mètres vers le fond, dans une plongée rapide trop en pointe, sans pouvoir arriver à arrêter sa descente avec son gouvernail horizontal. Ce bâtiment n'a rénssi à éviter une catastrophe qu'en se délestant brusquement de son poids de sécurité et en stoppant son moteur, ce qui lui permit de revenir en surface.

ÉLECTRICITÉ. — *Étude simplifiée des effets de capacité des lignes à courants alternatifs.* Note de M. A. **Blondel**, présentée par M. Mascart.

Dans une précédente Note (¹) j'ai montré comment le régime des courants alternatifs en chaque point de la ligne peut être obtenu par la superposition de deux épures relatives respectivement à la marche à vide et au fonctionnement en court-circuit. J'ai représenté ce dernier dans deux hypothèses : l'une correspondant à un décalage nul du courant à l'arrivée

(¹) *Comptes rendus*, 7 mai 1906. *Erratum :* aux expressions de I et J ajouter le facteur $e^{j\gamma}$.

(courbe P des I_1 tracée en traits pleins), l'autre à un décalage $\varphi_1 = 37°$ ($\cos\varphi_1 = 0{,}80$) du même courant (courbe P_{φ_1} des I_1 tracée en traits pointillés). Les courbes Q_{φ_1} et P_{φ_1} sont obtenues simplement en faisant tourner de 37° les axes XOY.

L'épure se rapportait à une transmission triphasée projetée de 1000^{km} débitant à l'arrivée un courant I_1 de 100 ampères par phase, à 25 périodes sous une tension étoilée U_1 de 60000 volts (correspondant à 103900 volts entre fils). Les trois conducteurs câblés de la ligne ont chacun 83^{mm^2}, sous $11^{mm},6$ de diamètre extérieur; leur écartement est de $2^m,50$, et leur hauteur moyenne, 6^m au-dessus du sol. Les constantes kilométriques de chaque conducteur sont $r = 0{,}215$ ohm; $l = 1{,}2632$ millihenry; $c = 0{,}29257$ ohm; g a été pris égal à zéro, vu sa faible valeur, et à défaut de chiffres d'expérience. On en a déduit : $a = 0{,}000229605$; $b = 0{,}0005243334$; $m = 511{,}12$; $\gamma = 23°38'55''$. On lit sur l'épure toutes les valeurs intéressantes des tensions et courants, obtenus par exemple tous les 100^{km}. Notamment au point 1000^{km} (départ), on obtient le régime à *fournir* par l'usine génératrice :

	Pour $\cos\varphi_1 = 1$ ($\varphi_1 = 0$).	Pour $\cos\varphi_1 = 0{,}80$ ($\varphi_1 = 37°$).
Tension résultante............	$U_0 = 77800^{volts}$	$U'_0 = 81600^{amp}$
Courant résultant.............	$I_0 = 115^{amp}$	$I'_0 = 78^{amp}$
Projection de I_0 sur U_0 ou U'_0..	$107^{amp},5$	$77^{amp},5$
Facteur de puissance $\cos\varphi_0$.....	0,93	0,99
Puissance $U_0 I_0 \cos\varphi_0$..........	25090^{kw}	18972^{kw}
Puissance $U_1 I_1 \cos\varphi_1$...........	18000^{kw}	14400^{kw}
Rendement de la transmission..	0,72	0,76

On remarquera sur l'épure que (pour $g = 0$) la courbe ON s'écarte peu de sa tangente à l'origine, perpendiculaire à OX; de même la courbe OQ s'écarte peu de la forme rectiligne et sa tangente à l'origine fait, avec OY, un angle égal à 2γ.

Cela m'a conduit à rechercher, d'une manière plus générale, pour $g > 0$, des expressions approchées des différents vecteurs figurant dans l'épure et de leurs projections intéressantes, sous forme de courtes séries ordonnées par rapport aux valeurs croissantes de la distance x, prise comme variable. En posant pour simplifier :

$$(1) \qquad p = \omega^2 lc - gr,$$

$$(2) \qquad q = \omega cr + \omega lg,$$

j'ai trouvé ainsi les expressions suivantes :

Valeurs approchées. — Valeurs exactes.

$$(3) \qquad \text{Vecteur......} \; OM = U_1\left(1 - \frac{p}{2}x^2\right) + \ldots\ldots\ldots\ldots = U_1\sqrt{\frac{\operatorname{coh} 2ax + \cos 2bx}{2}}$$

$$(4) \qquad \text{Projection sur } OX_0 = U_1\left(1 - \frac{p}{2}x^2\right) + \ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$(5)\qquad \text{Projection sur } OY_0 = U_1 \times \frac{q}{2}x^2\left(1 - \frac{p}{6}x^2\right) + \ldots\ldots$$

$$(6)\qquad \text{Vecteur}\ldots\ldots\ ON = U_1\sqrt{g^2 + \omega^2 c^2}\,x\left(1 - \frac{p}{6}x^2\right) + \ldots = \frac{U_1}{m}\sqrt{\frac{\operatorname{coh} 2ax - \cos 2bx}{2}}$$

$$(7)\qquad \text{Projection sur } OX_0 = U_1\left(gx - \frac{pg + q\omega c}{6}x^3\right) + \ldots$$

$$(8)\qquad \text{»}\qquad OY_0 = U_1\left(\omega cx - \frac{\omega p - gp}{6}x^3\right) + \ldots$$

$$(9)\qquad \text{Vecteur}\ldots\ldots\ OQ_{\varphi_1} = I_1 zx\left(1 - \frac{p}{6}x^2\right) + \ldots\ldots = mI_1\sqrt{\frac{\operatorname{coh} 2ax - \cos 2bx}{2}}$$

$$(10)\qquad \text{Projection sur } OX_{\varphi_1} = I_1\left(rx - \frac{pr + q\omega l}{6}x^3\right) + \ldots$$

$$(11)\qquad \text{»}\qquad OY_{\varphi_1} = I_1\left(\omega lx - \frac{\omega lp - rq}{6}x^3\right) + \ldots$$

Je n'indique que les expressions utiles pour les calculs usuels. Quant au vecteur OP_{φ_1} et à ses projections, les expressions sont les mêmes que pour OM en remplaçant U_1 par I_1.

A ces expressions, il est intéressant pour les applications d'ajouter celles des angles suivants :

Valeurs exactes. Valeurs approchées.

$$(12)\qquad \widehat{MOX_0} = \text{arc tang tangh}\,ax\ \text{tang}\,bx\ldots = \text{arc tang}\left[\frac{q}{2}x^2\left(1 + \frac{p}{3}x^2\right)\right] + \ldots$$

$$(13)\qquad \widehat{NOP_{\varphi_1}} = \pi - \text{arc tang}\,\frac{\sin 2bx}{\operatorname{sih} 2ax} - \varphi_1 - \gamma$$

$$(14)\qquad \widehat{MOQ_{\varphi_1}} = \pi - \text{arc tang}\,\frac{\sin 2bx}{\operatorname{sih} 2ax} + \varphi_1 + \gamma$$

$$(15)\qquad \widehat{XOQ} = \widehat{X_{\varphi_1}OQ_{\varphi_1}} = \text{arc tang}\,\frac{\text{tang}\,bx}{\text{tangh}\,ax} - \gamma\ldots\ldots = \text{arc tang}\,\frac{6\omega l - (\omega lp - rq)x^2}{6r - (pr + \omega lq)x^2} + \ldots$$

$$(16)\qquad NOX_0 = \text{arc tang}\,\frac{\text{tang}\,bx}{\text{tangh}\,ax} + \gamma\ldots\ldots = \text{arc tang}\,\frac{6\omega c - (\omega cp - gq)x^2}{6g - (gp + \omega cq)x^2} + \ldots$$

Ces valeurs des vecteurs et des angles permettent d'effectuer rapidement les calculs des vecteurs résultants par les formules :

$$\overline{Q_{\varphi_1}M}^2 = \overline{Q_{\varphi_1}O}^2 + \overline{OM}^2 + \overline{2OQ_{\varphi_1}OM}\cos\widehat{Q_{\varphi_1}OM},$$
$$\overline{P_{\varphi_1}N} = \overline{P_{\varphi_1}O}^2 + \overline{ON}^2 - \overline{2OP_{\varphi_1}ON}\cos\widehat{NOP_{\varphi_1}}.$$

Elles permettent aussi de remplacer dans les calculs le vecteur OQ par

ses projections, en remplaçant simplement les valeurs rx et ωlx qu'auraient la résistance et l'inductance pour une ligne sans capacité par les valeurs corrigées des équations (10) et (11). Le calcul graphique des effets d'impédance des lignes présentant de la capacité peut alors se faire, au moyen de ces corrections de r et de ωl, *comme pour les lignes sans capacité*, en ajoutant en outre, au vecteur U_1 de la tension à l'arrivée un petit segment correctif X_0M dont les projections se déduisent des valeurs données plus haut pour les projections de OM : (4) et (5).

Ces formules approchées, qui dispensent des calculs de a et b et de l'emploi des fonctions hyperboliques, donnent des résultats très suffisamment exacts pour toutes les lignes aériennes ordinaires dont la longueur ne dépasse pas 500^{km} et pour les lignes souterraines usuelles jusqu'à 50^{km}; au delà, il vaut mieux employer les formules complètes ou les expressions plus simples données dans ma précédente Communication, et rapportées à des axes auxiliaires.

OPTIQUE. — *Photographie interférentielle; variation de l'incidence; lumière polarisée.* Note de M. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

Je me suis proposé d'étudier expérimentalement les interférences de la lumière polarisée réfléchie sur une surface plane de mercure : ces interférences se produisant dans l'épaisseur d'une couche transparente de gélatinobromure d'argent, en contact, dans toute son étendue, avec la surface réfléchissante. C'est, en somme, répéter des expériences remarquables de Wiener, en utilisant, pour faire varier les conditions expérimentales, le dispositif de M. Lippmann pour la photographie interférentielle.

J'ai dû d'abord déterminer l'indice de réfraction de la gélatine, cette détermination a été faite avec le réfractomètre d'Abbe. L'indice de réfraction de la gélatine augmente avec la dessiccation de cette substance; par suite l'indice de la gélatine séchée à l'air libre dépend de l'état hygrométrique de l'air et de la température à laquelle elle est portée. J'ai obtenu des nombres variant entre 1,537 et 1,546; la gélatine étant séchée à l'air libre et à la température ambiante voisine de 14°. En incorporant à la gélatine du bromure d'argent et des substances sensibilisatrices, pour obtenir une émulsion isochromatique, je n'ai pas remarqué de variation certaine de l'indice.

Je rappellerai, à ce sujet, que Kirchner [1] avait trouvé dans ce cas: 1,532 pour une

[1] *Untersuchungen über die optischen Eigenschaften entwickelter Lippmannscher Emulsionen.* Iéna, 1903.

émulsion séchée à l'air, dans l'obscurité; 1,537 pour une émulsion séchée à l'air, mais brunie par une exposition suffisante à la lumière; 1,556 pour une même émulsion desséchée en présence de l'acide phosphorique, et 1,49 après un développement à l'amidol ayant rendu l'émulsion vert olive.

Dispositif expérimental. — Un faisceau de rayons lumineux (arc électrique) très peu convergent, est dirigé sur une fente rectiligne verticale au foyer principal d'une lentille convergente. Le faisceau de rayons parallèles qui en sort traverse normalement la surface d'un réseau sur verre ($\frac{1}{500}$ de millimètre); à quelques centimètres les rayons du premier spectre de diffraction, dispersés à gauche dans un plan horizontal, traversent l'objectif d'un appareil photographique et impressionnent une plaque sensible exposée au foyer (distance focale 36^{cm}). Le châssis portant cette plaque est mobile autour d'un axe horizontal. Pour polariser la lumière j'emploie un Foucault sur le trajet des rayons lumineux, en avant de la fente qui limite leur faisceau. Comme il ne s'agit pas de mesures, c'est à l'aide d'un prisme biréfringent placé sur le trajet des rayons lumineux sortant normalement du réseau que je rends vertical ou horizontal le plan de polarisation de la lumière ayant traversé le Foucault.

EXPÉRIENCES ET RÉSULTATS : 1° *Lumière non polarisée.* — Je prends des photographies du spectre sous l'incidence normale et en augmentant l'angle d'incidence, notamment pour une incidence de 45° dans l'air, ce qui correspond à un angle d'incidence i_1 dans la gélatine, voisin de 28°. Pour obtenir une incidence de 45° dans la gélatine, j'utilise un prisme rectangle isoscèle en crown-baryum (indice 1,55 lumière jaune); avec de la gélatine je fais adhérer sa face hypoténuse à la face nue de la plaque de verre dont l'autre face est recouverte de l'émulsion sensible : le châssis dans lequel est placée cette plaque étant incliné de 45° sur l'horizon, l'axe principal de l'objectif est normal à la face verticale du prisme.

L'examen, en lumière blanche, sous une incidence normale, des photographies obtenues montre que les couleurs du spectre sont déplacées vers le violet et d'autant plus que l'angle i_1 est plus grand. Lorsque i_1 est voisin de 28° le rouge ne commence que dans la région de la plaque qui a été impressionnée par le jaune; lorsque $i_1 = 45°$, le rouge ne commence que dans le bleu indigo. A sa gauche, dans la région impressionnée par les radiations les moins réfrangibles, on observe une plage, en général noir bleuâtre.

Ces résultats sont prévus par la théorie des interférences dans les lames minces : en un point impressionné par une radiation de longueur d'onde λ dans l'air, sous une incidence i_1, on aura, sous une incidence normale, un maximum lumineux pour une longueur d'onde λ', telle que

$$\lambda' = \lambda : \cos i_1.$$

Si l'on examine la photographie sous une incidence croissante, les couleurs se déplacent vers le rouge : sous une incidence de 45° dans l'air, la couleur vue en un point est celle de la région du spectre qui a impressionné la plaque sensible en ce point, sous la même incidence.

Ces résultats doivent être pris en considération pour le choix des objectifs à utiliser dans la photographie interférentielle, pour la distance à laquelle on doit se placer d'une photographie afin qu'on ait, autant que possible, la sensation des couleurs impressionnantes, pour la projection des photographies.

2° *Lumière polarisée.* — On observe des résultats identiques aux précédents avec la lumière polarisée, du moins en ce qui concerne le déplacement des couleurs spectrales: en outre, l'angle i_1 croissant :

Si la lumière est polarisée dans le plan d'incidence, les couleurs observées sont très brillantes, plus pures qu'avec la lumière non polarisée.

Si la lumière est polarisée dans un plan perpendiculaire au plan d'incidence, les couleurs observées deviennent de plus en plus ternes, comme si elles étaient sur un fond réflecteur incolore ou légèrement jaune. *Sous l'incidence de 45° dans la gélatine, les couleurs ont disparu totalement :* il n'y a plus, à la place impressionnée par le spectre, qu'une teinte uniforme jaunâtre due à l'argent réfléchissant produit par le développement.

Le cliché, examiné par transparence, ne montre cependant aucune différence avec celui obtenu lorsque la lumière est polarisée dans le plan d'incidence. L'absence de couleurs est due à une répartition uniforme, dans la gélatine, de l'argent produit par le développement : la lumière incidente et la lumière réfléchie exerçant en tout point leur action d'une manière indépendante, en un mot n'interférant pas.

On sait quelle conclusion on tire de ce fait expérimental relativement à la direction de la vibration dans la lumière polarisée.

3° *Expériences sans miroir de mercure.* — Toutes les expériences précédentes ont été répétées en supprimant la surface réfléchissante de mercure ; les résultats obtenus ont été analogues : sous l'incidence $i_1 = 45°$ il y a réflexion totale sur la surface gélatine-air; avec la lumière polarisée dans le plan d'incidence, la photographie du spectre donne de belles couleurs commençant dans la région impressionnée par le bleu; dans l'autre cas, il n'y a pas de couleurs, mais une surface réfléchissante d'argent jaunâtre.

J'ai remarqué que, dans les mêmes conditions d'exposition et de lumière, les couleurs vues en un point d'une plaque ne sont pas les mêmes qu'avec

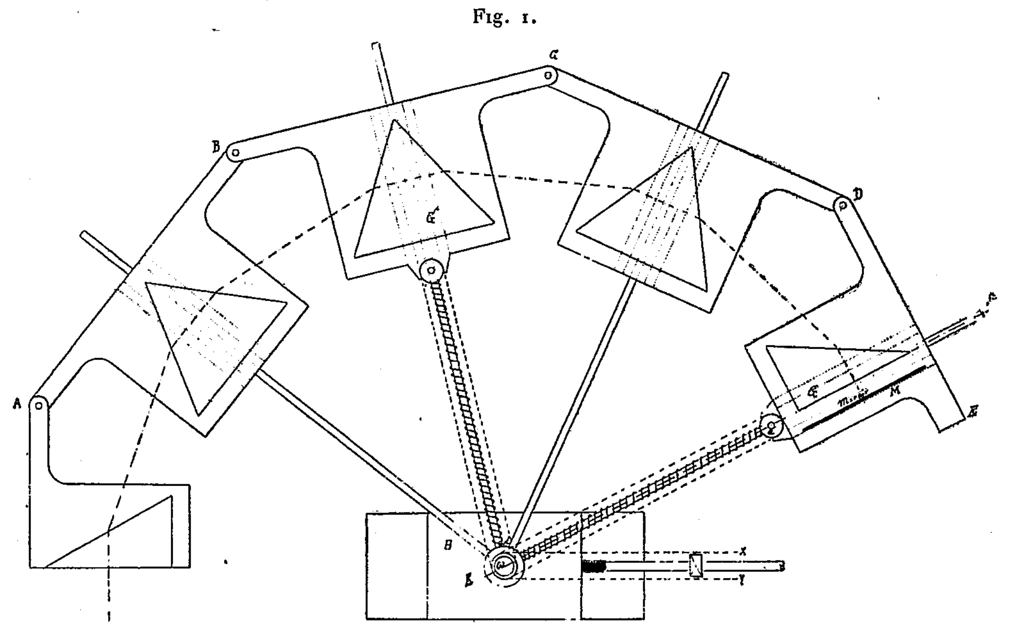
une surface réfléchissante de mercure ([1]). Pour mettre ce fait en évidence, j'ai photographié un spectre dont la moitié inférieure seulement était réfléchie par le miroir mercuriel; la discordance des couleurs est manifeste; elle est considérablement atténuée en recouvrant la photographie de benzine et d'un prisme d'un angle de 10°.

Il y a lieu d'étudier cette discordance avec la précision qui est possible en faisant varier les conditions expérimentales.

PHYSIQUE. — *Dispositif permettant de mettre simultanément plusieurs prismes au minimum de déviation.* Note de **P. Lambert**, présentée par M. Lippmann.

Ayant eu besoin de monter un spectroscope composé de trois prismes et de deux demi-prismes, dans lequel le rayon lumineux traversait une première fois le système, puis revenait en sens contraire après s'être réfléchi sur un miroir M (*fig.* 1), j'ai été amené à étudier la question de la mise au minimum de déviation.

Fig. 1.



On a proposé de nombreux mécanismes pour mettre simultanément

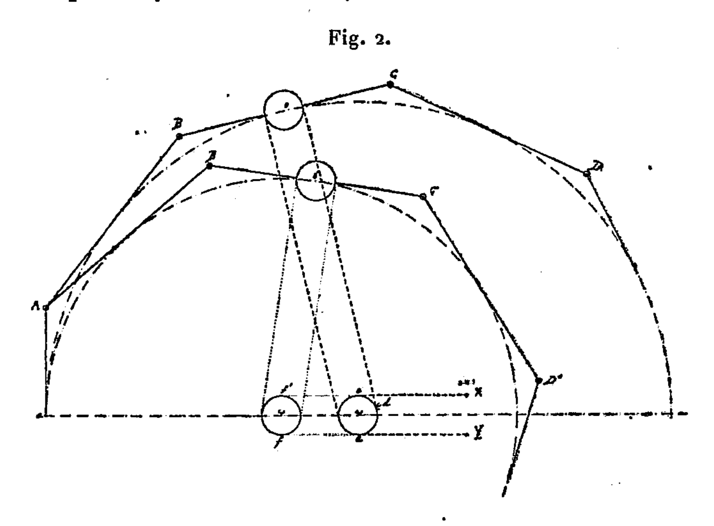
([1]) Voir à ce sujet : Krone, *Die Darstellung der natürlichen Farben*, 1894. — Valenta, *Photographie in Farben*. — Rothé, *Comptes rendus*, octobre 1904; *Société française de Physique*, 16 décembre 1904.

au minimum de déviation plusieurs prismes; mais, dans le cas particulier qui m'occupait, je n'ai pu employer aucun d'entre eux, car ils exigeaient trop de place ou manquaient de précision; j'ai donc préféré employer le système suivant qui, je crois, n'a pas encore été décrit.

Soit un train de trois prismes et deux demi-prismes dont les arêtes verticales de la base coïncident. S'ils sont tous au minimum de déviation pour une certaine radiation, on sait que le polygone formé par les bases est régulier et que les angles sont plus ou moins grands, suivant que le système est au minimum de déviation pour une radiation rouge ou une radiation violette.

Supposons que le premier demi-prisme de base Aa (*fig.* 2) soit fixe et

Fig. 2.



que le rayon entre normalement à sa face. La ligne ωa sera le lieu géométrique des cercles inscrits dans les polygones formés par les bases. Le problème revient donc à trouver le moyen, en déplaçant le centre ω sur la ligne ωa, d'agir sur les côtés du polygone de façon à les rendre toujours tangents au cercle ωa. On peut arriver à ce résultat par le moyen suivant.

Supposons en A, B, C, D,... des charnières et en ω une colonne cylindrique montée sur un patin H guidé par deux glissières et pouvant se déplacer dans la direction ωa. Deux poulies à gorge de très faible épaisseur c, d peuvent tourner sur cette colonne. Un fil métallique souple et inextensible est fixé en un point X, s'enroule de droite à gauche sur la poulie c, passe sur la poulie e, puis vient s'enrouler de droite à gauche sur la poulie d et se termine en Y où il est fixé par l'intermédiaire d'un tendeur.

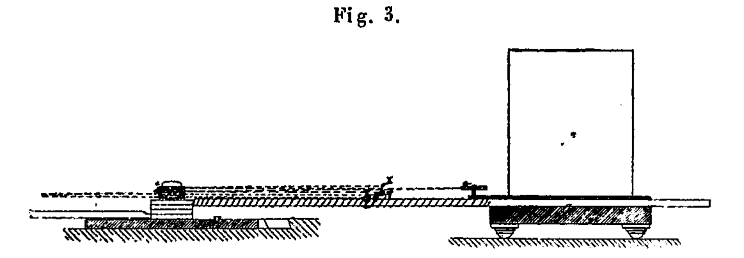
Si je déplace le point ω au moyen de la glissière et si je le transporte en ω' (*fig.* 2),

le point o se sera approché du centre d'une quantité égale à $\omega\omega'$, puisque $ef = e'f' = \omega\omega'$, donc la distance $\omega' o'$ sera toujours égale à $\omega' a$.

Il est nécessaire d'employer un système formé de trois poulies et d'un fil double, car, si le fil métallique, après avoir passé sur la poulie c, venait se fixer en o, la distance $\omega' o'$ ne serait égale à $\omega' a$ que si le côté B'C' restait parallèle à BC, ce qui n'a pas lieu, car, en se rapprochant du centre, il change aussi d'orientation; le fil s'enroulerait donc sur un arc de la circonférence de la poulie correspondant à l'angle de rotation et de ce fait la distance du point o' à ω' serait plus petite que $\omega' a$. En employant deux brins et une poulie en o, l'erreur produite sur le brin X est compensée par l'erreur égale et de sens contraire produite sur le brin Y. Si l'on dispose des ressorts capables d'éloigner les côtés du polygone du centre, le train de prismes peut être conduit par des systèmes de fils métalliques semblables à celui décrit plus haut et fixés aux côtés BC, CD, DF, etc. Cependant, afin de rendre l'ensemble plus stable, j'ai préféré guider le mouvement des prismes.

Pour cela j'ai placé, sous les plates-formes qui les supportent, des pièces de bronze G

Fig. 3.



de 6^{cm} à 7^{cm} de longueur; chacune d'elles est percée d'un trou soigneusement alésé, perpendiculairement au côté du polygone; dans ce trou passe une tige calibrée, terminée par une bague qui peut tourner autour de la colonne ω.

Dans ces conditions, les côtés seront toujours parfaitement perpendiculaires aux tiges ωo; de plus, il est facile de voir qu'il suffit d'employer un nombre de commandes par fils égal à la moitié du nombre des prismes.

On peut construire les organes de ce mécanisme avec beaucoup de précision et obtenir un mouvement très doux sans jeu ni retard.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une méthode simple pour l'étude des mouvements des vapeurs métalliques dans l'étincelle oscillante.* Note de M. G.-A. HEMSALECH, présentée par M. Lippmann.

Dans une Note antérieure (¹) j'ai montré qu'une seule oscillation est capable de produire et de rendre lumineuse de la vapeur métallique. J'ai

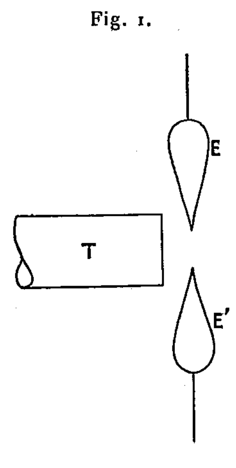
(¹) *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 1227.

constaté depuis, en photographiant des étincelles oscillantes sur une pellicule mobile, que la vapeur métallique est produite uniquement par les oscillations et que la décharge initiale n'en produit pas. C'est surtout la première oscillation de chaque étincelle qui est riche en vapeur métallique, et lorsqu'on souffle l'étincelle elle donne lieu à cette traînée de vapeur dont j'ai étudié le spectre (*l. c.*).

Pour l'étude détaillée de cette première oscillation il est nécessaire de l'isoler; à cet effet on introduit dans la bobine de self-induction un cylindre en tôle de fer : toutes les oscillations, sauf la première, sont alors détruites [1]. En soufflant maintenant l'étincelle on aperçoit, outre la décharge initiale, l'oscillation et la trajectoire de projection de la vapeur métallique. Je me suis proposé d'examiner de plus près ces trajectoires et de déterminer les vitesses de projection pour différents métaux. La faible lumière d'une seule oscillation ne m'ayant pas permis d'employer la méthode de la pellicule mobile (méthode employée par M. Schuster et moi-même dans nos recherches sur l'étincelle ordinaire) j'ai eu recours à la méthode suivante.

Deux électrodes semblables, E et E′ (*fig.* 1), se terminant en pointes sont fixées au foyer du collimateur (longueur focale 95^{cm}) d'un spectroscope auquel on a enlevé la

Fig. 1.



fente. Les électrodes sont disposées de telle sorte qu'une droite reliant les pointes coïncide exactement avec la position qu'occupait auparavant la fente.

Les électrodes sont reliées aux armatures d'un condensateur (capacité : 0,007 microfarad); dans l'une des deux branches du circuit est insérée une bobine de self-induction

(1) Hemsalech, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1322.

de 0,0125 henry, renfermant un cylindre en tôle de fer (diamètre $19^{cm},5$; longueur 1^{m}).

Lorsqu'on fait éclater une étincelle entre E et E' on aperçoit dans la lunette du spectroscope le spectre du métal qui constitue les électrodes; ce spectre est composé d'images monochromatiques de l'étincelle et l'on peut y étudier la distribution de la vapeur métallique pour une radiation quelconque, comme l'ont fait M. Lenard pour l'arc et M. de Watteville pour les flammes. Dans une étincelle (longue de 6^{mm}) produite dans les conditions de décharge énumérées plus haut on constate les faits suivants : La vapeur métallique est projetée d'une des électrodes seulement; à l'autre électrode on n'aperçoit que de petites taches de vapeur au voisinage immédiat de la surface, mais il n'y a pas de projection. En outre on aperçoit à la surface de cette électrode la bande de la gaine négative (tête de la bande à $\lambda = 3914,4$), d'où il résulte que c'est l'électrode négative. La vapeur métallique est donc projetée de l'électrode positive. Le spectre de la décharge initiale n'est pas visible dans ces conditions. L'oscillation donne les bandes de l'azote, mais elles sont extrêmement faibles.

Si maintenant on fait passer un courant d'air à travers un tube de verre T (*fig.* 1), placé perpendiculairement à la direction de l'étincelle, et dont le diamètre intérieur est un peu plus grand que la distance explosive (distance entre l'orifice du tube et l'étincelle : 3^{mm} à 5^{mm}), la vapeur métallique et l'oscillation sont déviées de leur direction originale, tandis que la décharge initiale, devenue beaucoup plus marquée, reste droite. Ces transformations sont admirablement interprétées par le spectroscope. Dans le spectre on aperçoit maintenant des raies droites et des raies courbes. Les raies droites et faibles, traversant le spectre du haut en bas, sont dues à la décharge initiale (trait de feu) et constituent le spectre de lignes de l'air.

Les raies courbes et lumineuses, provenant d'une des électrodes seulement, sont dues à la vapeur métallique. Connaissant la vitesse du courant d'air on peut déterminer la vitesse de projection de ces vapeurs pour une radiation spectrale quelconque. Dans ce spectre on remarque encore une faible bande de l'azote, également déviée, due à l'oscillation.

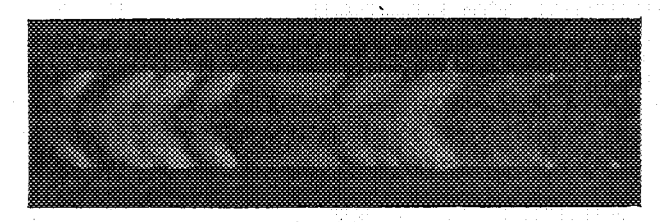
Maintenant une seule étincelle ne suffit pas pour impressionner tous les détails sur une plaque photographique et l'on est obligé d'employer une série d'étincelles, lesquelles doivent se superposer exactement.

Pour cela on recouvre les électrodes d'un isolant et ne laisse exposée qu'une surface minime du métal d'où peut jaillir l'étincelle. Le condensateur est mis en dérivation sur le secondaire d'un transformateur alimenté par le courant alternatif.

Pour faire une pose, on ferme momentanément le circuit primaire du transformateur. Dans ces conditions, la vapeur métallique est projetée des deux électrodes par suite des alternations de la charge. Une de ces photo-

graphies, agrandie, est reproduite (*fig.* 2); elle a été obtenue avec des électrodes de plomb.

Fig. 2.



Détermination de la vitesse du courant d'air. — Le tube de verre T est monté sur le déflagrateur à bords cunéiformes décrit dans une Note antérieure (1). On détermine ensuite les distances entre les oscillations données par ce dispositif et produites par un système de capacité et self-induction dont on a préalablement évalué la fréquence d'oscillation à l'aide de la méthode de la pellicule mobile (2). Connaissant alors la fréquence d'oscillation et la distance entre deux oscillations successives produites par le courant d'air, on peut calculer la vitesse de ce dernier. Ainsi j'ai trouvé une vitesse de $47 \frac{\text{mètres}}{\text{seconde}}$ pour le courant d'air employé dans mes expériences, d'où résulta pour les raies $\lambda = 4058,0$ et $\lambda = 3683,6$ du plomb une vitesse tangentielle de $50 \frac{\text{mètres}}{\text{seconde}}$ à la distance de 2^{mm} de l'électrode. Les vapeurs du magnésium ont donné des vitesses beaucoup plus petites.

Je me propose de continuer ces recherches.

PHYSIQUE. — *Sur des méthodes pour photographier les raies d'absorption des matières colorantes du sang.* Note de MM. Louis Lewin, A. Miethe et E. Stenger, présentée par M. A. Laveran.

Aucun essai de photographier les spectres de toutes les matières colorantes du sang n'a été publié, à notre connaissance, jusqu'à l'heure actuelle. Et pourtant de telles tentatives étaient nécessaires depuis longtemps pour donner une base certaine aux appréciations de leurs propriétés spectrales. C'est que certaines difficultés, que l'on peut considérer à présent comme résolues, s'opposaient à une telle tentative.

(1) Hemsalech, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1103.
(2) Hemsalech, *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 917.

On n'estime pas toujours à sa juste valeur la méthode d'observation spectrographique, et justement à propos des spectres d'absorption, l'opinion généralement répandue est que la mesure du spectrogramme ne donne pas de résultats plus exacts que l'observation et la mesure à l'œil nu. Cette manière de voir ne peut être admise, comme nous l'avons démontré, à la fois pour le spectre visible parce que, en disposant convenablement les expériences, on peut mesurer avec la plus grande exactitude les raies d'absorption, et aussi, cela va sans dire, pour la partie violette et ultra-violette du spectre qui est très peu ou pas du tout visible à l'observation oculaire. En outre, il est connu que beaucoup de réactions spectrales ont lieu justement à l'endroit où le spectre est le plus réfrangible et que beaucoup de phénomènes caractéristiques dans le domaine de l'analyse d'absorption se passent dans le violet extrême et l'ultra-violet; il suffit de mentionner ici les absorptions de corps organiques incolores dans le violet et l'ultra-violet. Nous avons également constaté dans nos recherches sur les matières colorantes du sang que l'absorption qui a lieu dans cette région du spectre que Soret fixa le premier sur la plaque, il y a trente ans et que Gamgee représenta plus tard, mais qu'il ne poursuivit pas dans toute sa valeur, est particulièrement sensible. A cause de la facilité qu'on a de la reconnaître dans les plus petites quantités de sang, qui ne peuvent être constatées d'une autre manière, cette absorption ne manquera pas de rendre des services à la Toxicologie et à la Médecine légale.

Une des raisons qui font que les méthodes photographiques ont été si peu employées dans l'analyse de l'absorption spectrale est que, avec les plaques ordinaires, le champ spectral utilisable ne dépasse pas de beaucoup le bleu vert dans la direction de l'extrémité la moins réfrangible. C'est seulement par l'utilisation des derniers progrès dans le domaine de la sensibilisation des plaques qu'il a été possible de poursuivre les phénomènes d'absorption jusqu'à l'extrémité visible de la partie la moins réfrangible du spectre.

Nos recherches ont été faites avec du sang d'hommes, de chevaux, de porcs, de lapins, de grenouilles et de vers de terre; puis avec de l'oxyhémoglobine pure et les produits de transformation qu'on en retire; enfin avec des dérivés des matières colorantes du sang purs que nous avons isolés nous-mêmes ou qui nous ont été remis par des tiers (¹).

Nous nous sommes servis des installations et appareils suivants : un spectrographe à réseau de Thorp qui donne un spectre long d'environ 9^{cm} entre les longueurs d'onde 800 et 300 nous a servi d'appareil spectroscopique. Nous utilisâmes en outre un spectrographe à quartz pour l'ultra-violet quand

(¹) Nous adressons ici nos vifs remerciements à Mme Nadine Sieber de Saint-Pétersbourg et à M. E. Salkowski de Berlin pour l'obligeance avec laquelle ils ont mis à notre disposition divers produits.

il nous parut nécessaire de constater si des raies d'absorption existaient au delà de la longueur d'onde 300.

Comme source lumineuse, nous avons employé des fils de magnésium enflammés, qui fournissent non seulement une lumière vive très régulière, surtout dans la partie violette et ultra-violette du spectre, mais aussi quelques lignes très nettes sur le fond desquelles se détachent très fortement les bandes d'absorption à constater. Dans quelques expériences nous nous sommes servis de la lumière oxhydrique à zircone. Nous avons employé dans la partie la moins réfrangible du spectre une lampe Nernst qui donne, de la longueur d'onde 400 jusqu'à la limite du spectre rouge visible, une bande lumineuse absolument régulière. Tout en employant cette source lumineuse, nous projetâmes des lignes de repère très fortes dans le spectre. Les recherches se faisaient ordinairement dans des cuves à faces parallèles ou dans des éprouvettes d'un diamètre connu. Ces dernières agissaient en même-temps, si on le jugeait nécessaire, comme des lentilles convexes.

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation de l'acide carbonylferrocyanhydrique.* Note de M. **J.-A. Muller.**

La chaleur de formation, depuis les éléments, de l'acide carbonylferrocyanhydrique ne peut se déduire que de sa chaleur de combustion, car son mode de synthèse, à partir des ferrocyanures ([1]), ne se prête pas à une autre méthode de détermination.

J'ai opéré cette combustion dans la bombe calorimétrique contenant 5^{cm^3} d'eau, en employant $0^g,8$ à $0^g,9$ d'acide, en cristaux assez gros, que je brûlais directement, c'est-à-dire sans employer de combustible auxiliaire, dans un petit creuset en porcelaine de Saxe, de 23^{mm} de diamètre sur 20^{mm} de hauteur et pesant environ $3^g,5$.

Malgré toutes les précautions prises, il y avait souvent projection de matière hors du creuset, au moment de la combustion ; ce fait se produisait surtout quand les gros cristaux étaient mélangés à un peu de poudre cristalline.

Mais dans les cas où il n'y avait pas eu projection de matière, les produits gazeux de la réaction ne contenaient pas trace d'acide cyanhydrique ni d'oxyde de carbone ; ils ne renfermaient pas non plus de vapeurs nitreuses. Il est évident qu'aucune autre méthode de combustion que celle par la bombe calorimétrique n'aurait permis d'atteindre ce résultat.

Ce travail devant être publié *in extenso* dans un autre Recueil, je ne

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXVI, 1898, p. 1421.

donnerai ici que les chaleurs de combustion définitives de 1g d'acide hydraté $H^3FeCO\overline{CAz}^5, H^2O$, à volume constant, obtenues dans 7 combustions où il n'y avait pas eu projection de matière. Les produits de la combustion étant l'azote, l'anhydride carbonique gazeux, l'eau liquide et l'oxyde salin de fer, les nombres dont il s'agit sont les suivants :

3439 Cal
3455
3454
3434
3459
3435
3429

La moyenne arithmétique de ces nombres est égale à 3444^{Cal}, ce qui correspond à $809^{Cal},8$ par mol.-gr. d'acide hydraté, à vol. const. et $808^{Cal},9$, à pression constante.

En appelant x la chaleur d'hydratation de l'acide carbonylferrocyanhydrique par l'eau liquide, avec formation de l'hydrate solide à une molécule d'eau, on déduit du dernier nombre la chaleur de formation de l'acide pur, $H^3FeCO\overline{CAz}^5$, depuis ses éléments, soit $-(48^{Cal},6+x)$.

La valeur de x étant très probablement inférieure à une vingtaine de Cal., la chaleur de formation de l'acide carbonylferrocyanhydrique est donc bien moins endothermique que celle de l'acide ferrocyanhydrique qui est égale à $-122^{Cal},0$ (1).

Ainsi, tandis que le remplacement de CAzH par CO dans l'acide ferrocyanhydrique, avec formation d'acide carbonylferrocyanhydrique, n'a aucune influence sur l'énergie acide des atomes d'hydrogène qui restent (2), cette substitution, à cause de la chaleur de formation exothermique du carbonyle comparée à celle du groupement CAzH qui est endothermique, a pour effet d'augmenter la chaleur de formation de l'acide carbonylferrocyanhydrique par rapport à celle de l'acide ferrocyanhydrique.

---

(1) Berthelot, *Thermochimie*, t. II, p. 294.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, p. 962.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Phosphorescence cathodique de l'europium dilué dans la chaux. Etude du système phosphorescent ternaire : chaux-gadoline-europine.* Note de M. G. Urbain, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 205) j'ai établi l'existence de deux spectres de phosphorescence de l'europium pur. J'ai employé comme diluant de l'europine, soit la gadoline, soit la chaux, soit l'alumine. En faisant varier progressivement dans ces systèmes phosphorescents binaires la proportion d'europine, on observe deux optima successifs de phosphorescence, pour deux groupes de bandes spectrales distinctes, mais attribuables tous deux au même élément excitateur europium. Je désignerai ce phénomène sous le nom de *phénomène de dilution*.

En étudiant, dans le diluant chaux, la phosphorescence des termes successifs de mes fractionnements de terres europifères, j'ai observé avec les fractions, qui renferment simultanément de l'europium et du gadolinium, un nouveau phénomène que j'ai pu reproduire synthétiquement, et qui montre combien les radiations émises dans la phosphorescence sont susceptibles de se modifier sous des influences de nature chimique relativement faibles.

Pour environ $0^{g},200$ de chaux, j'emploie quelques milligrammes d'oxydes rares. L'ensemble est transformé en nitrates, où l'on verse d'abord un excès d'ammoniaque, puis de carbonate d'ammoniaque. Les carbonates sont calcinés sur un bec Bunsen.

Dans ces conditions les fractions successives d'europium pur ont donné constamment le spectre suivant :

Spectre du système binaire chaux-europine. — 657 faible, diffuse; 634 très faible, très diffuse; 624,5 forte, étroite; 618 moyenne, étroite; 615,5 moyenne, étroite; 612,8 extrêmement forte, étroite; 597 moyenne, étroite; 593 moyenne, étroite; 591 très faible, étroite; 589,5 forte, assez étroite; 584,5 faible, diffuse, estompée vers les λ forts; 582 faible, nébuleuse; 564,5 faible, diffuse; 561,5 faible, diffuse; 554,5 très faible, diffuse; 552,7 faible, diffuse; 540,5 assez forte, nébuleuse; 536,5 moyenne, nébuleuse; 528 moyenne nébuleuse; 518 faible, diffuse; 513 très faible, diffuse; 491 moyenne, diffuse; 487,5 très faible, diffuse; 475,5 assez forte, nébuleuse; 472 moyenne, nébuleuse; 468,5 forte, étroite; 466 assez forte, estompée vers les λ faibles; 456 très faible, diffuse; 449, assez forte, assez étroite, estompée vers les λ forts; 446,6 assez forte, assez étroite; 437 très faible, diffuse; 433 faible, diffuse, soudée à la suivante; 431,5 moyenne, nébuleuse; 427,5 moyenne, étroite; 426 forte, étroite; 424,5 forte, étroite;

421,5 très faible, diffuse; 419,5 très forte, étroite; 417,5 faible, nébuleuse; 416, forte, étroite; 415 moyenne, étroite; 412,5 faible, diffuse; 410 faible, nébuleuse; 408 moyenne, étroite; 404,5 très faible, étroite; 402 très faible, nébuleuse.

Les fractions comprises entre l'europium et le gadolinium présentent également ces bandes. D'une manière générale, elle s'affaiblissent à mesure que la proportion d'europium diminue dans ces fractions. En même temps le phénomène de dilution se manifeste : c'est ainsi que la bande 593 qui, dans l'europium pur, se montrait moins forte que la bande 612,8, devient plus forte que cette dernière dans les terres de plus en plus pauvres en europium. D'autre part les bandes 591, 472, 466 et 416 subissent, par rapport aux bandes voisines, un accroissement sensible d'intensité relative.

Enfin, et c'est là le phénomène le plus remarquable, des bandes, qui ne figurent pas dans le spectre décrit plus haut, apparaissent, augmentent d'intensité et décroissent ensuite à mesure que la proportion d'europium diminue.

D'une manière générale ces bandes sont plus persistantes que celles du spectre précédent. J'ai pu repérer les suivantes :

623 très diffuse; 611 étroite, très brillante, très caractéristique; 595 très diffuse; 587,5 étroite.

Ce serait une grave erreur que d'attribuer ce spectre à un nouvel élément. Les longueurs d'onde de ces 4 bandes coïncident avec les longueurs d'onde de 4 des plus caractéristiques des bandes que l'on observe dans le système phosphorescent binaire gadoline-europine. Les bandes 591, 472, 466 et 416 semblent coïncider dans les spectres des deux systèmes binaires chaux-europine et gadoline-europine. Dans ce dernier spectre j'ai observé, en effet, les longueurs d'onde suivantes : 592, 472, 465 et 416.

Ainsi, lorsque dans le système ternaire chaux-gadoline-europine, la proportion de gadoline devient de l'ordre du centième, l'europium choisit, de préférence à la chaux, la gadoline comme diluant, bien que la chaux forme la presque totalité de la masse phosphorescente et que ce dernier ait les caractères de l'homogénéité (dissolutions solides phosphorescentes de M. Lecoq de Boisbaudran).

J'ai pu soumettre cette théorie au contrôle de l'expérience directe et déterminer les limites de composition centésimale des trois corps entre lesquelles le phénomène se produit.

A cet effet j'ai préparé des mélanges binaires de gadoline et d'europine pure. Dans les mélanges les plus riches, le rapport $\frac{Eu^2O^3}{Gd^2O^3}$ était environ $\frac{6}{94}$. Dans les mélanges les plus pauvres ce rapport était $\frac{Eu^2O^3}{Gd^2O^3}=\frac{0,08}{99,92}$ environ.

Chacun de ces mélanges a été additionné, d'après le mode opératoire décrit plus haut, de proportions de chaux telles que le rapport $\frac{Gd^2O^3 + Eu^2O^3}{CaO}$ variait entre $\frac{1}{99}$ et $\frac{5}{95}$ environ.

Les mélanges les plus pauvres en europium donnent entre ces limites de dilution dans la chaux, uniquement, bien que très faiblement, le spectre du système binaire gadoline-europine.

Les mélanges les plus riches en europium donnent uniquement le spectre du système chaux-europine tant que le rapport $\frac{Gd^2O^3 + Eu^2O^3}{CaO}$ est inférieur à environ $\frac{4}{99}$. Pour les valeurs plus grandes de ce rapport les spectres des deux systèmes binaires sont simultanément visibles.

Dans les mélanges successifs où j'ai pu constater nettement la présence du spectre du système binaire gadoline-europine, j'ai observé également un indice certain du phénomène de dilution; les bandes 611 et 587,5 appartenant au premier spectre du système gadoline-europine et les autres bandes indiquées au deuxième spectre du même système.

Je me propose de rechercher comment, dans le système ternaire précédemment étudié, la gadoline manifeste sa phosphorescence ultraviolette caractéristique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'indice de réfraction des corps dissous dans d'autres dissolvants que l'eau.* Note de M. C. Chéneveau, présentée par M. A. Haller.

I. J'ai indiqué antérieurement, dans le cas de dissolutions aqueuses (d'acides, de bases ou de sels minéraux), que la quantité Δ [1] caractérisant l'influence du corps dissous sur la propagation de la lumière est sensiblement proportionnelle à la concentration C (teneur en grammes par litre).

J'ai effectué de nouvelles déterminations d'indices de réfraction et de densités de solutions contenant un sel unique et un seul liquide, autre que l'eau : par exemple, l'un des sels suivants LiCl, $CaCl^2$, $CuCl^2$, $SnCl^2$, $MgCl^2$ dissous dans l'alcool éthylique, LiCl dans l'alcool méthylique, $ZnCl^2$ dans l'éther éthylique, AzH^4Cl dans la glycérine.

---

[1] Δ est la différence entre l'indice de la dissolution et l'indice de l'eau (ou du solvant) calculé d'après son état de dilution en admettant la loi de Gladstone ou celle de Lorentz (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1483).

En prenant toutes les précautions pour que les deux corps, sel et solvant, se trouvent seuls en présence, le résultat des expériences est le suivant : pour ces sels, la quantité Δ est sensiblement proportionnelle à la concentration C et la constante de proportionnalité K diffère peu de celle obtenue pour les dissolutions aqueuses des mêmes corps.

Le Tableau suivant montre, pour le chlorure de lithium, le degré d'approximation de la loi précédemment énoncée.

1° LiCl *dans l'eau*.

Gladstone et Hibbert (1).		Chéneveau.		Beer et Kremers (3).	
p.	K.10⁶.	*p*.	K.10⁶.	*p*.	K.10⁶.
43,4	341	1re *Série*.		40,09	342
24,1	348	43,44	340	24,53	347
13,1	348	30,31	347	Conroy (5).	
10,59	353	2e *Série*.		4,15	349
6,77	350	32,16	346	2,10	348
5,10	355	25,15	347	Dijken (6).	
Walter (4).		17,52	349	1,05	346
33,0	343	9,17	347	0,26	344
20,3	347	3e *Série*.			
8,76	346	16,12	348		
4,20	345	13,10	350		
		9,99	351		
		8,39	351		
		6,77	351		
		3,44	352		

2° LiCl *dans quelques alcools*.

Chéneveau.		Gladstone et Hibbert (2).		Andrews et Ende (7).	
p.	K.10⁶.	*p*.	K.10⁶.	*p*.	K.10⁶.
CH^4O		C^2H^6O		$C^5H^{12}O$	
17,49	348	1re *Série*.		6,46	349
13,11	349	19,44	344	5,71	353
9,41	349	11,76	350	5,05	352
5,12	351	2e *Série*.		3,40	351
C^2H^6O		13,7	351	2,57	354
10,04	343	10,7	350		
7,69	350	8,1	353		
5,24	352	3e *Série*.			
2,68	352	14,2	352		
		11,56	356		
		9,17	356		
		C^3H^8O			
		11,29	345		

II. Il ne faudrait pas croire, toutefois, que les résultats obtenus sont

(1) *J. of ch. S.*, t. LXVII, p. 831.
(2) *J. of ch. S.*, t. LXXI, p. 822.
(3) *Pogg. Ann.*, t. CI, p. 133.
(4) *Wied. Ann.*, t. XXXVIII, p. 107.
(5) *Proc. of Roy. Soc.*, t. LXIV, p. 308.
(6) *Z. f. ph. Ch.*, t. XXIV, p. 81.
(7) *Z. f. ph. Ch.*, t. XVII, p. 141.

Dans le Tableau ci-dessus, *p* représente la teneur en grammes pour 100g de dissolution. Les valeurs de K ont été calculées, lorsque les densités n'étaient pas indiquées par l'auteur, à l'aide des densités trouvées dans les Tables de Landolt et Börnstein; elles se rapportent au cas où l'on a employé la formule de Gladstone.

toujours conformes à la conclusion précédente. On peut constater des différences qui s'expliquent par la difficulté d'opérer avec des sels parfaitement secs ou des solvants bien anhydres. Il sera cependant facile de ramener les expériences, contradictoires en apparence, à leur véritable signification, si l'on tient compte, au point de vue optique, de la quantité d'eau, parfois appréciable, qui a été introduite dans la solution non aqueuse du corps.

En général, cette correction pourra se faire en utilisant l'extension suivante de l'hypothèse déjà énoncée dans le cas d'un seul corps dissous : quand dans une dissolution on a plusieurs corps en présence incapables de réagir chimiquement l'un sur l'autre, l'influence exercée par la solution sur la propagation de la lumière est sensiblement égale à la somme des actions exercées par chacun des corps qui la constituent.

J'ai vérifié expérimentalement cette proposition dans des cas bien définis, où la solution contient, en plus du sel et du solvant, une quantité connue d'eau.

Par conséquent, si la solution étudiée contient une quantité inconnue d'eau, on pourra déterminer son degré d'hydratation, éliminer l'influence optique de l'eau et alors les écarts observés disparaîtront presque toujours.

III. Il y a cependant des dissolutions qui paraissent faire tout à fait exception aux lois approchées précédentes. Mais, si on les étudie avec soin, on voit que ce sont celles dans lesquelles les corps engagés sont transformés par des actions chimiques.

Que les réactions soient complètes ou limitées, si l'on peut préciser les conditions de l'équilibre atteint dans la transformation, l'expérience montre que la loi de proportionnalité de la quantité Δ à la concentration C est applicable à l'un des constituants finaux quelconques de la solution, lorsqu'on a tenu compte de l'influence optique de tous les autres.

Mais souvent on ne peut mettre en évidence de composés définis dans la solution. Dans ce cas, il y a lieu de penser que, puisqu'un changement dans la constitution physique de la solution (ionisation) agit très peu sur la réfraction, l'anomalie optique doit bien être encore envisagée comme l'indice d'une modification chimique au sein de la dissolution.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Variations d'état éprouvées par le carbone amorphe, sous l'influence d'une brusque variation de température.* Note de M. O. MANVILLE, présentée par M. H. Moissan.

Nous avons fait connaître [1] : *les variations d'état éprouvées par le carbone amorphe, sous l'influence de la température et sous l'influence d'oscillations de température.* Mais nous avons fait remarquer que les propositions en lesquelles on pouvait traduire les résultats de nos expériences n'avaient de sens que si le carbone avait été chauffé et refroidi *lentement.* Nous allons faire connaître maintenant ce qui se passe lorsque, après avoir chauffé *lentement* un carbone amorphe, on vient à le refroidir *brusquement.*

Nos expériences ont porté sur du fusain préparé d'une façon identique à celle que nous avions adoptée dans nos recherches sur les variations d'état par refroidissement lent. Les conditions expérimentales restant également les mêmes, ce charbon donne, par combinaison directe avec l'oxygène, de l'anhydride carbonique CO^2 à 87°. Porté dans le vide à 450° et refroidi *brusquement,* il donne par combinaison directe avec l'oxygène de l'anhydride carbonique CO^2 à 50°. Si on le soumet dans cet état à des oscillations de température comprises entre 15° et 350°, l'expérience constate que la température de formation de CO^2, 50°, reste sensiblement invariable, du moins par l'effet des 7 ou 8 premières oscillations. Porté de nouveau à la température de 450° et soumis à un *refroidissement lent,* il quitte cet état *invariable* pour reprendre un nouvel état *variable* avec les oscillations de température auxquelles on le soumet.

Ces faits ne sont pas particuliers à un carbone pris dans l'état initial que nous avons défini ; ils se reproduisent pour un carbone ayant déjà subi des variations d'état par échauffement et refroidissement *lent.*

Si l'on prend un carbone amorphe, dans un état *limite* caractérisé par la température de formation de $CO^2 = 245°$ et qu'on le porte dans le vide à 450°, puis qu'on le refroidisse *brusquement:* la température de formation de CO^2 devient 115°.

Si à partir de ce moment on effectue sur ce carbone des oscillations de température comprises entre les limites 15°, 135°; cette température de réaction $CO^2 = 115°$ reste sensiblement *invariable,* du moins dans les cinq ou six premières oscillations.

Si l'on augmente le nombre des oscillations, les limites restant les mêmes, cette température de formation de CO^2 varie un peu et, après 20 oscillations, on trouve un nouvel état limite caractérisé par la température $CO^2 = 154°$, à partir duquel les oscillations de température auxquelles on soumet le carbone n'ont plus qu'une action insensible.

Pris dans cet état et porté dans le vide à 450° puis soumis à un *refroidissement*

[1] *Comptes rendus,* t. CXLII, n° 22, 28 mai 1906, p. 1190.

lent, ce carbone quitte cet état *invariable* pour reprendre un nouvel état *variable* avec les mêmes oscillations de température.

Il résulte de l'ensemble de nos expériences qu'on peut énoncer à ce sujet les propositions suivantes :

I. Étant donné un carbone amorphe, pris dans un état physique et chimique bien déterminé, si on le porte dans le vide d'une température initiale T_0 à une température finale T_2, puis qu'on le fasse *brusquement* refroidir de cette température T_2 à la température T_0, on obtient un état de ce carbone qui jouit de la propriéte suivante : placé dans un courant d'oxygène bien réglé, ce carbone donne par combinaison directe de l'anhydride carbonique, dont la température de formation demeure sensiblement *invariable* lorsque, prenant ce carbone dans cet état, on le soumet à des oscillations de température comprises entre les limites T_0, T_1 (T_1 ayant une valeur inférieure à celle de T_2).

II. Il existe une certaine valeur ϖ de T_1 ($\varpi < T_2$) pour laquelle ce point de réaction se déplace sensiblement lorsqu'on fait croître le nombre des oscillations; mais à cette valeur correspond une valeur T'_1, très voisine de T_1, pour laquelle cette variation du point de réaction de CO^2 redevient insensible.

Si $T_1 < \varpi$, le carbone pris dans l'état où il se trouvait après la perturbation brusque T_2, T_0 ne subit plus les influences des oscillations de température T_0, T_1 et garde un état sensiblement invariable, quel que soit le nombre des oscillations T_0, T_1 auxquelles on le soumet à partir de ce moment.

III. Si un carbone pris dans un état sensiblement invariable, obtenu par un refroidissement *brusque* T_2, T_0, est porté *lentement* de la température T_0 à la température T_2 et refroidi ensuite *lentement* de la température T_2 à la température T_0, il quitte l'état *invariable* dans lequel il avait été fixé par le refroidissement brusque. Soumis à des oscillations de température comprises entre les limites T_0, T_1 ($T_1 < T_2$), il subit des variations analogues à celles qu'il aurait subies s'il n'avait été soumis qu'à des échauffements et à des refroidissements *lents*.

IV. Si un carbone amorphe est pris dans un état invariable, obtenu par un refroidissement brusque T_2, T_0 et porté dans le vide d'une température initiale T_0 à une température finale T_1 ($T_1 < T_2$), pour le laisser ensuite refroidir lentement dans le vide de la température T_1 à la température T_0.

1° Si $T_1 < \varpi$,

L'état de ce carbone est sensiblement invariable avec la température,

Pour une même température τ, comprise entre les limites T_0, T_1, l'état de ce carbone est sensiblement le même, qu'on le prenne soit dans la phase d'échauffement, soit dans la phase de refroidissement.

2° Si $T_1 > \mathfrak{E}$,

L'état de ce carbone varie sensiblement avec la température.

Pour une même température τ, comprise entre les limites T_0, T_1, l'état de ce carbone n'est pas le même lorsque τ se rapporte à la phase d'échauffement, ou à la phase de refroidissement.

Enfin, il existe une température τ dans la phase d'échauffement et une température τ', différente de τ, dans la phase de refroidissement, pour lesquelles les états de ce carbone donnent, avec un même courant d'oxygène, la même vitesse de réaction.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le sulfate double d'iridium et de potassium*

$$Ir^2(SO^4)^3 + 3SO^4K^2.$$

Note de M. **Marcel Delépine.**

Comme je l'ai indiqué dans une Note précédente [1], la solution vert foncé obtenue en faisant bouillir un chloroiridate avec de l'acide sulfurique concentré contient des sels d'acides iridosulfuriques dont l'individualité sera plus abondamment prouvée plus tard. L'existence de ces acides m'a porté à penser que le corps décrit autrefois par M. Lecoq de Boisbaudran [2] sous le nom de sulfate double d'iridium et de potassium

$$Ir^2(SO^4)^3 + 3SO^4K^2$$

pouvait bien n'être que le sel potassique $Ir(SO^4K)^3$ d'un acide iridosulfurique $Ir(SO^4H)^3$ et j'ai entrepris de le vérifier.

En effectuant l'expérience de M. Lecoq de Boisbaudran avec du chloroiridate ou du chloroiridite d'ammonium (chauffé avec SO^4KH) j'ai d'abord préparé un corps bien cristallisé, entièrement composé de lamelles rectangulaires brillantes d'une belle couleur verte avec une pointe de bleu fort nette. Mais en employant du chloroiridate de potassium, j'ai obtenu un produit répondant mieux aux indications de M. Lecoq de Boisbaudran, c'est-à-dire des grains cristallins à contours mal définis, n'étant jamais

(1) M. Delépine, *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 631.

(2) M. Lecoq de Boisbaudran, *Ibid.*, t. XCVI, 1883, p. 1406.

aussi bien cristallisés que le produit issu des sels d'ammonium. Aussi ai-je laissé en suspens la question d'identité des corps obtenus dans les deux cas et je ne porterai momentanément mes investigations que sur le premier.

Ayant observé qu'on l'obtient facilement et sans trop de perte en fondant les sels ammoniacaux verts et brun olive avec du bisulfate de potassium, j'emploie le mode de préparation suivant qui fournit jusqu'à 60 pour 100 (au lieu de 20 à 30) d'un sel potassique cristallisé, homogène :

On dissout dans un peu d'eau les chloroiridites de potassium ou d'ammonium préparés comme je l'indiquerai ailleurs et on les fait bouillir dans un ballon avec 15 ou 20 fois leur poids d'acide sulfurique additionné de sulfate d'ammonium qui précipite le platine s'il y en a. Après 4 ou 5 heures, on transvase la solution verte dans une capsule et l'on y ajoute à chaud du sulfate neutre de potassium pulvérisé jusqu'à formation de bisulfate ; le produit devient brun ; on le coule, puis on le chauffe dans un creuset de porcelaine sur un bec Bunsen en élevant progressivement la température ; à 470° la teinte devient verte, mais ce n'est qu'en poussant vers 520°-530° qu'elle devient vert bleu (pour le produit froid) ; à ce moment on coule la masse qui est changée totalement en $S^2O^7K^2$ et même partiellement en sulfate neutre. Le produit est pulvérisé, épuisé à l'eau froide ; il reste finalement une poudre vert bleu, mélange de sel et d'iridium réduit. On reprend par 60 ou 80 parties d'eau bouillante et l'on filtre ; par refroidissement, il cristallise de belles lamelles brillantes.

Une préparation réussie doit fournir une solution que le chlorure de baryum décolore avec formation d'un précipité bleu vert. La présence de sel vert non transformé est accusée par une coloration verte de la liqueur après précipitation.

Le sel de potassium cristallise en lamelles rectangulaires, parfois hexagonales, plus solubles à chaud qu'à froid ; insolubles dans l'alcool et l'eau chargée de sulfate de potassium ; il cristallise avec une molécule d'eau qu'il perd à 110°. L'analyse accuse la formule $Ir(SO^4K)^3 + H^2O$, correspondant bien au sel double déjà décrit ; toutefois les phénomènes de réduction relatés plus loin ainsi que la formation d'un produit violet par les alcalis, dans des conditions peu compatibles avec cette formule et ce que l'on sait des oxydes d'iridium, autorisent une légère réserve.

L'eau dissout environ $\frac{1}{400}$ de ce sel en se colorant en un beau vert bleu ; cette solution saturée, soumise aux doubles décompositions salines, a donné les résultats suivants :

Pas de précipitation avec des solutions moyennement concentrées de sels de Na, Li, Am, Cs, Ca, Mg, Fe, Ni, Co, Zn, Mn, Al, Ce (céreux), Cd, Cu ; d'uranyle, de chlorure mercurique ; de chlorhydrates d'aniline, de cocaïne, de morphine et de sulfate d'atropine ; reprécipitation du sel par l'alun de chrome.

Précipitation incomplète avec persistance plus ou moins forte de la coloration de la liqueur restante avec les sels de Rb, Sr; les azotates mercureux et mercurique, l'acétate de plomb; les azotates d'argent, de bismuth, de thallium, de thorium; le chlorhydrate de quinine et le sulfate de strychnine.

Précipitation à peu près absolue par le chlorure ou l'azotate de baryum.

Les précipités obtenus sont d'un vert plus ou moins bleu et plus ou moins foncé. Quelques-uns sont cristallisés et feront l'objet d'une étude spéciale; tous constituent autant de sels où le potassium est remplacé, tout ou partie, par un autre élément; mais en aucun cas l'acide sulfurique du sel n'est décelable par le chlorure de baryum. Ainsi le sel barytique lui-même est soluble dans les acides sans former de sulfate de baryum, tout au moins si l'on n'évapore pas à sec à plusieurs reprises. Ces caractères mettent suffisamment en évidence la dissimulation du radical sulfurique.

D'une façon générale, comme l'a indiqué M. Lecoq de Boisbaudran, pour son sel potassique, la stabilité en milieu acide est considérable; par contre l'ammoniaque, les alcalis et leurs carbonates provoquent la formation de sulfates avec séparation de l'iridium sous forme d'un oxyde violet plus ou moins chargé d'alcali.

Voici enfin de nouvelles réactions fort inattendues : l'hydrogène sulfuré, l'hydrate d'hydrazine, le chlorure stanneux, le zinc ou l'étain et l'acide chlorhydrique changent les solutions vert bleu en solutions à peine teintées en jaune où *l'acide sulfurique est encore dissimulé;* les oxydants, acide azotique, eau oxygénée, persulfates, eau de chlore, de brome, font réapparaître des couleurs d'un bleu intense particulièrement avec l'eau de chlore et l'eau de brome. L'on ne trouve pas encore d'acide sulfurique dans les liqueurs bleues, par le chlorure de baryum en présence d'acide chlorhydrique.

Ces réactions sont évidemment difficiles à expliquer avec la formule $Ir(SO^4M)^3$ et appellent de nouvelles expériences. Il semble que le sel potassique décrit plus haut ne soit que le sel d'un des acides divers dérivés d'un acide fondamental, celui que fournit la réduction. A partir de celui-ci, par des oxydants variés, on arriverait à d'autres sels nouveaux.

En résumé, j'ai voulu faire ressortir tout particulièrement le caractère complexe du sulfate double d'iridium et de potassium; il se trouve que le problème s'amplifie; je vais m'efforcer d'étudier les cas nouveaux entrevus.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les silicones.* Note de M. **Boudouard**, présentée par M. Troost.

Les silicones sont des produits obtenus par l'action de l'acide chlorhydrique sur certains siliciures métalliques et présentant la propriété d'être décomposés lentement par l'action de l'eau avec dégagement d'hydrogène. Buff, Geuther, Wöhler les considéraient comme des hydrates siliciques correspondant à des oxydes inférieurs à la silice SiO^2.

MM. Friedel et Ladenburg, en étudiant l'action de l'eau sur le silichloroforme et sur le sesquiiodure de silicium, ont décrit deux composés ternaires parfaitement définis que, par analogie avec des composés semblables du carbone, ils ont appelés *anhydride siliciformique* et *hydrate silicioxalique;* MM. Troost et Hautefeuille ont obtenu les mêmes corps par action de l'eau sur les composés chlorés du silicium.

Lorsqu'on attaque une fonte par l'acide chlorhydrique, on obtient un résidu gris noirâtre qui contient une certaine quantité de silicone : les alcalis, en effet, donnent un abondant dégagement d'hydrogène. Je me suis proposé d'étudier les différentes silicones données par des aciers au silicium, dont la composition était la suivante :

	C.	Si.	S.	P.	Mn.
G. 2..........	0,209	0,932	0,020	0,024	traces.
G. 3..........	0,177	1,60	0,012	0,032	0,275
G. 5..........	0,277	5,12	0,09	0,034	0,380

Les silicones sont obtenues de la façon suivante : on attaque l'acier par l'acide chlorhydrique à chaud jusqu'à complète dissolution du fer, on recueille sur filtre le résidu insoluble, on lave complètement à l'eau froide aussi rapidement que possible, on sèche entre des feuilles de papier filtre et l'on met le produit obtenu sur l'acide sulfurique, ou mieux dans le vide en présence d'acide sulfurique. Au bout de quelques jours, on a une silicone se présentant sous la forme d'une poudre amorphe ; la couleur est assez variable, allant du blanc à un gris plus ou moins foncé.

Les matières ainsi préparées retiennent toujours une certaine quantité d'eau hygroscopique qui ne disparaît pas complètement, même à 150°. Elles ne renferment pas tout le silicium contenu dans les aciers traités.

Les silicones obtenues ont été analysées par la méthode décrite par Friedel et Ladenburg; concurremment, j'ai fait des analyses par combustion. Les résultats sont consignés dans le Tableau ci-dessous. Aux analyses des silicones préparées par attaque des aciers cités plus haut, j'ai ajouté celles relatives à un anhydride siliciformique impur provenant de la préparation du tétrachlorure de silicium, à une silicone obtenue par attaque à froid de l'acier G.5, à des silicones obtenues par attaque d'un siliciure de fer préparé par l'aluminothermie et contenant 10 pour 100 de silicium. L'attaque de ce siliciure faite à chaud par l'acide chlorhydrique a été très longue, et j'ai recueilli en deux fois le produit obtenu pour voir si une action prolongée du réactif d'attaque ne modifiait pas la composition du produit final.

Désignation.	Eau à 150°.	Carbone.	H corrigé (combustion).	H corrigé (par potasse).		Si corrigé (combustion).	Si corrigé (par ammon.)	Si (moyenne).
Anh. silicif. impur....	0,88	»	1,76	2,62	1,31	47,6	50,4—48,1—47,6	48,4
G.2........	1,5	2,26	3,03	1,69	0,85	47,6	46,4—47,2	47,1
G.3........	0,18	2,51	1,94	1,44	0,72	46,9	46,6—46,9	46,8
G.5........	2,58	3,23	2,93	2,22	1,11	50,98	52,1—52,4—50,3	51,5
G.5........ (faite à froid)	20,6	1,2	3,24	2,82	1,41	50,0—50,1—50,4	50,7	50,3
				Aluminothermie.				
1er dépôt...	»	0,84	1,63	0,61	0,305	44,6	44,2	44,5
2e dépôt...	0,72	0,34	1,32	0,62	0,31	44,5	45,2	44,85

La composition centésimale des composés ternaires décrits par Friedel et Ladenburg est la suivante :

Anh. siliciformique.......	Si: 52,83	H: 1,88
Hydr. silicioxalique.......	Si: 45,90	H: 1,64

Avec l'anhydride siliciformique, le volume d'hydrogène dégagé par action de la potasse est double de celui existant réellement en combinaison; avec l'hydrate silicioxalique, il lui est égal. C'est pour cette raison que, dans la colonne donnant les quantités d'hydrogène dégagé, j'ai mis deux nombres pour chacun des essais: le premier correspond à la quantité d'hydrogène observée expérimentalement, le second est égal à la moitié du précédent.

Les silicones sont des composés qu'il est difficile de préparer à l'état anhydre sous l'action de la chaleur; à partir de 200°, il y a déjà transformation partielle et, à l'ébullition du soufre, il y a altération profonde du produit initial.

Etant données les difficultés d'obtention de produits absolument secs, à moins d'un séjour extrêmement prolongé dans le vide sulfurique, les dosages volumétriques d'hydrogène devront donc seuls être envisagés si l'on veut déterminer la composition des silicones. Quant à la faible teneur en hydrogène des silicones obtenues avec le siliciure de fer fait par aluminothermie, elle s'explique facilement en admettant que

l'action très prolongée à chaud de l'acide chlorhydrique doit décomposer le produit obtenu initialement, la silicone G. 5 faite à froid contient plus d'hydrogène que la silicone G. 5 faite à chaud.

En résumé, les silicones sont des composés ternaires renfermant de l'hydrogène; elles se rapprochent beaucoup des corps étudiés par Friedel et Ladenburg et représentent des exemples de substances comparables aux dérivés ternaires du carbone, avec substitution totale du silicium au carbone. Celles que j'ai préparées peuvent être considérées comme des mélanges d'anhydride siliciformique et d'hydrate silicioxalique en proportions variables; on n'arrive pas à des composés parfaitement définis par suite de la difficulté d'attaque des siliciures et du contact très prolongé entre la silicone, l'acide et l'eau qui en est la conséquence immédiate.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la cristallographie du fer.* Note de MM. **F. Osmond** et **G. Cartaud**, présentée par M. H. Moissan.

Dans un Mémoire antérieur nous avons étudié les formes cristallines obtenues en réduisant le chlorure ferreux à différentes températures, par l'hydrogène ou la vapeur de zinc ([1]).

La conclusion de ces recherches était que les trois variétés du fer, respectivement stables, α au-dessous de 750° environ, β entre 750° et 855°, γ au-dessus de 855°, cristallisent également dans le système cubique ([2]).

Il est cependant peu vraisemblable que des transformations allotropiques, mises hors de doute par des faits décisifs, n'apportent pas aussi quelque changement dans la structure cristallographique du métal.

Du moment que les formes extérieures ne mettaient pas ces changements en évidence, il devenait nécessaire de s'adresser, pour trouver les caractères différentiels probables, à des méthodes nouvelles, capables de nous faire pénétrer plus profondément dans l'architecture intime du fer.

On peut utiliser particulièrement à cet effet les phénomènes de translation et la position des macles, tant mécaniques que par recuit.

Mais il faut d'abord disposer de cristaux de volume suffisant.

([1]) *Ann. des Mines*, 9e série, t. XVIII, 1900, p. 113.

([2]) Pour l'homogénéité de nos publications, nous conservons les chiffres de température déjà donnés. Mais ces chiffres devraient être notablement relevés si l'on tient compte des modifications récentes apportées aux étalons de la pyrométrie.

Pour le fer α, nous avions ceux que nous avons décrits dans une Note précédente (1). Ces mêmes cristaux peuvent servir à l'étude du fer β entre 750° et 850°, le passage par la transformation réversible n'entraînant pas de modifications permanentes de structure. Mais il n'en est plus de même pour la transformation supérieure : quand on passe du fer β au fer γ, les cristaux du fer se recoupent en grains plus petits et maclés d'orientations différentes. Il faut donc avoir recours aux alliages non magnétiques du fer avec des proportions convenables de nickel, de manganèse, de chrome ou de carbone, alliages dont le fer garde l'état γ à la température ordinaire. Nous avons utilisé, grâce à l'obligeance de M. Hadfield, un acier manganèse brut de coulée et, aussi, un acier au nickel et au chrome qui nous a été préparé gracieusement par les Aciéries d'Imphy. Ce dernier, dont le grain naturel n'était pas suffisamment gros, a été déformé et recuit au blanc.

Sur ces échantillons, on a taillé des faces p, b^1, a^1 et, sur ces faces, préalablement polies et débarrassées de toute peau écrouie, on a produit des figures de pression au moyen d'une aiguille appliquée normalement et chargée de poids convenables (2).

Le contour général des figures de pression, caractéristique de l'orientation cristalline d'une face donnée, est le même pour les trois états du fer, ce qui confirme leur attribution commune au système cubique. Ce système est le seul qui puisse donner sur deux faces p adjacentes des figures à 4 axes de symétrie. Sur la face d'un rhomboèdre pseudo-cubique, comme celui du bismuth, la figure de pression n'a qu'un axe de symétrie parallèle à une diagonale du rhombe.

Les détails des figures, c'est-à-dire les lignes discontinues dont l'ensemble compose la déformation continue, sont différentes suivant l'état du fer : elles sont exclusivement droites sur le fer γ, courbes sur le fer β, mixtes et plus généralement courbes sur le fer α. Il en résulte que le fer γ a des plans de facile translation que nous avons trouvés parallèles aux quatre paires de faces de l'octaèdre; le fer β n'a pas de plans de translation; dans le fer α, la translation est difficile et, d'ailleurs, comme l'ont annoncé MM. Ewing et Rosenhain, parallèle encore aux faces de l'octaèdre, quand elle se produit.

Les macles du fer α sont connues depuis longtemps sous le nom de *lamelles de Neumann*. Mais, comme la position et la loi de ces macles ont été très controversées, il ne paraissait pas inutile de les examiner une fois de plus sur des échantillons très

(1) *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 122.

(2) Pour le fer β, l'intervalle de stabilité ne pouvant être étendu à la température ordinaire, on est obligé d'opérer vers 800°. Il faut donc, pour conserver les surfaces métalliques, se placer dans une atmosphère d'hydrogène ou d'azote. Le poinçon d'acier trempé est remplacé par un poinçon de quartz fondu.

favorables. Nos résultats ont confirmé les conclusions de Linck : la loi de macle est probablement celle de la fluorine, mais le plan d'accolement est un plan a^2. Il ne se produit pas de macles par recuit après déformation.

Dans le fer β, nous n'avons obtenu ni macles mécaniques, ni macles par recuit après déformation.

Dans le fer γ, comme dans le cuivre et ses alliages, le recuit après déformation donne très facilement des macles. Pour en déterminer la loi, à défaut de cristaux isolés, on fait une coupe au hasard sur un échantillon à gros grains et, sur cette coupe préalablement polie, on cherche, en s'aidant des lignes de translation et des figures de pression, un grain maclé de diamètre suffisant qui présente approximativement une face p. A travers ce grain, on fait passer une coupe b^1 et l'on rectifie la taille, s'il y a lieu. La macle est celle de la fluorine, avec a^1 pour plan de macle et plan d'accolement. On obtient mécaniquement la même macle, pourvu que la déformation soit poussée assez loin : la macle mécanique paraît donc être ici la limite de la translation dite *simple*, qui ne laisse pas de traces reconnaissables après repolissage.

Finalement, les caractères cristallographiques distinctifs des trois variétés du fer se résument dans le Tableau suivant :

		α.	β.	γ.
Translation parallèle à		a^1, difficile	absence	a^1, facile
Lignes courbes		dominantes	exclusives	absence
Macles mécaniques	plan de macle	a^1	absence	a^1
	plan d'accolement	a^2		a^1
Macles par recuit	plan de macle	absence	absence	a^1
	plan d'accolement			a^1

Comme terme de comparaison, nous avons fait aussi des expériences sur le nickel.

Entre les deux états allotropiques de ce métal, nous n'avons pas trouvé de différences cristallographiques. Si l'on pratique des déformations sur un échantillon poli, d'abord à une température supérieure à celle de la disparition du magnétisme, puis, sans rien effacer, à la température ordinaire, on voit que les secondes déformations continuent simplement les premières. Dans les deux cas, la translation est parallèle à a^1. Le nickel β correspond donc au fer γ et le nickel α au fer α, à cela près que la déformation par translation y est fondamentale et non accessoire.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'oxygène sur le rubidium-ammonium.* Note de M. E. **Rengade**, présentée par M. H. Moissan.

Les oxydes de rubidium n'ont pas été étudiés d'une manière systématique. Beketoff (¹) a préparé le protoxyde Rb^2O en combinant le métal avec la quantité théorique d'oxygène. Quelques années plus tard, Erdmann et Köthner (²) étudiant la combustion du rubidium dans l'oxygène, ont préparé le composé RbO^2 et ont cru pouvoir conclure de leurs expériences que c'était le seul oxyde de ce métal qui existât réellement.

Cependant M. Joannis avait obtenu par l'oxydation du potassammonium trois oxydes K^2O^2, K^2O^3, K^2O^4 (³).

L'oxydation du cæsium-ammonium (⁴) m'ayant donné une réaction absolument analogue, avec formation des corps Cs^2O^2, Cs^2O^3 et Cs^2O^4, on pouvait penser que le rubidium, dont les propriétés sont intermédiaires entre celles du potassium et celles du cæsium se comporterait d'une façon analogue.

L'expérience n'a vérifié que partiellement ces prévisions : en oxydant rapidement du rubidium dissous dans un excès d'ammoniac liquéfié il se produit, en même temps que la couleur bleue de la solution disparaît, un précipité très volumineux, d'un blanc légèrement rosé, et dont la composition répond bien à la formule Rb^2O^2 (trouvé : augmentation de poids à partir du métal, 19,4 pour 100 au lieu de 18,7; oxygène actif par milliatome de métal, $5^{cm^3},7$ au lieu de $5^{cm^3},6$). Cet oxyde, en suspension dans l'ammoniac liquéfié, continue à absorber l'oxygène en passant peu à peu au jaune serin, en même temps que son volume diminue beaucoup. Quand l'absorption est complète, la composition du précipité répond à la formule Rb^2O^4 (trouvé : augmentation de poids, 37,06 au lieu de 37,42; oxygène actif, $15^{cm^3},7$ au lieu de $16^{cm^3},8$).

Mais entre ces deux limites, la coloration du précipité en suspension dans l'ammoniac passe graduellement du blanc au jaune, sans qu'aucune teinte intermédiaire plus foncée indique, comme dans le cas du potassium ou du cæsium, la formation d'un oxyde Rb^2O^3.

On voit ainsi qu'indépendamment du peroxyde Rb^2O^4, déjà préparé par

(¹) Beketoff, *Bull. de l'Ac. de Saint-Pétersbourg*, t. I, 1894, p. 117.

(²) Erdmann et Köthner, *Liebig's Annalen*, t. CCXCIV, 1897, p. 55.

(³) Joannis, *Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 1370. — *Ann. de Chimie et de Physique*, 8e série, t. VII, 1906, p. 64.

(⁴) E. Rengade, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1536.

une autre voie, par Erdmann et Köthner, le rubidium forme un bioxyde Rb^2O^2.

Quant à l'oxyde intermédiaire Rb^2O^3, dont les analogies avec le cæsium et le potassium permettaient de prévoir l'existence, ou bien il ne se forme pas dans ces conditions, ou bien sa couleur est intermédiaire entre celles déjà assez voisines de Rb^2O^2 et Rb^2O^4, et il n'est pas possible de s'apercevoir directement de sa formation.

Il importe, du reste, d'opérer le plus rapidement possible, en agitant énergiquement, l'oxydation du métal ammonium. Il se produit en effet, comme dans le cas du cæsium, une réaction secondaire entre le métal ammonium et le bioxyde déjà précipité, avec formation d'hydrate RbOH et d'amidure. On obtient donc, si l'on n'opère pas assez vite, un bioxyde mélangé d'amidure, et qui fait explosion quand on le chauffe, avec dégagement d'azote et volatilisation de rubidium :

$$2\,RbAzH^3 + Rb^2O^2 = 2\,RbOH + 2\,RbAzH^2,$$
$$RbAzH^2 + Rb^2O^2 = 2\,RbOH + Rb + Az.$$

J'ai vérifié du reste que cette même réaction secondaire se produit avec le potassium.

En définitive, on voit que les trois métaux potassium, rubidium, cæsium, dissous dans un excès d'ammoniac liquéfié, donnent, en présence de l'oxygène, d'abord un bioxyde blanc, et en dernier lieu un tétroxyde jaune. Mais le potassium et le cæsium donnent, de plus, un trioxyde plus foncé, dont on n'aperçoit pas la formation avec le rubidium.

Ces oxydes, pour être purs, doivent être formés très rapidement : une oxydation lente donne un bioxyde mélangé d'hydrate et d'amidure, et, par conséquent, des oxydes supérieurs mélangés des produits d'oxydation de l'amidure : azotite et azotate.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les pyrazolones. Nouvelles méthodes de synthèse des pyrazolones.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **I. Lazennec**, présentée par M. H. Moissan.

1. M. Rothenburg a montré que le phénylpropiolate d'éthyle, traité par l'hydrate d'hydrazine ou la phénylhydrazine, donne des pyrazolones, 1^{mol} d'alcool étant éliminée, et que celles-ci sont identiques aux pyrazolones obtenues à partir du benzoylacétate d'éthyle.

Nous avons généralisé cette observation : l'amylpropiolate d'éthyle

$C^5H^{11} - C \equiv C - CO^2C^2H^5$ et le caproylacétate d'éthyle

$$C^5H^{11} - CO - CH^2 - CO^2C^2H^5,$$

par exemple, nous ont fourni, avec la phénylhydrazine, $C^6H^5AzH - AzH^2$, la même amylphénylpyrazolone fusible à 96°; pareillement l'hexylpropiolate d'éthyle $C^6H^{13} - C \equiv C - CO^2C^2H^5$, et l'heptylylacétate de méthyle $C^6H^{13} - CO - CH^2 - CO^2CH^3$ conduisent à la même hexylphénylpyrazolone, qui fond à 84°-85°.

Nous discuterons plus loin le mécanisme de la réaction dans le cas des éthers acétyléniques.

2. En faisant réagir l'hydrazine sur les amides acétyléniques, nous avons obtenu, avec élimination d'ammoniaque, encore les mêmes pyrazolones qu'à partir des éthers acétyléniques ou des éthers β-cétoniques : la phénylpropiolamide $C^6H^5 - C \equiv C - COAzH^2$, par exemple, traitée à chaud par l'hydrazine $AzH^2 - AzH^2$, fournit une phénylpyrazolone fusible à 237°, qui est identique à la phénylpyrazolone obtenue avec le phénylpropiolate d'éthyle ou le benzoylacétate d'éthyle.

3. Enfin, nous avons trouvé un troisième nouveau mode de synthèse des pyrazolones en faisant agir les hydrazines sur les éthers acryliques β-oxyalcoylés, que l'un de nous a obtenus dernièrement par fixation directe de molécules alcooliques sur la triple liaison des éthers acétyléniques [1].

L'hydrate d'hydrazine et l'éther phényléthoxyacrylique

$$C^6H^5 - C(OC^2H^5) = CH - CO^2C^2H^5,$$

par exemple, donnent ainsi, avec élimination de 2^{mol} d'alcool, une phénylpyrazolone; celle-ci, fusible à 237°, est identique à la pyrazolone précédemment décrite, issue de l'éther acétylénique, de l'éther β-cétonique, ou de l'amide acétylénique.

De même la phénylhydrazine et l'éther phényléthoxyacrylique donnent naissance à une diphénylpyrazolone; mais le composé, qui fond à 256°, est nettement différent de la diphénylpyrazolone obtenue avec le phénylpropiolate d'éthyle ou le benzoylacétate d'éthyle, laquelle fond à 136°; il est identique, par contre, à la diphénylpyrazolone préparée par M. Knorr en soumettant à l'action de la chaleur la phénylhydrazine cinnamique $C^6H^5 - CH = CH - COAzH - AzH - C^6H^5$ (*Berichte*, t. XX, p. 1107).

Pareillement l'amylphénylpyrazolone issue de l'éther amyléthoxyacrylique, qui fond vers 280°, et l'hexylphénylpyrazolone issue de l'éther hexyléthoxyacrylique, qui fond vers 270°, sont différentes de l'amylphénylpyrazolone, et de l'hexylphénylpyrazolone ci-dessus décrites, qui sont respectivement fusibles à 96° et à 84°, et qui proviennent des éthers acétyléniques ou β-cétoniques correspondants.

---

[1] Ch. Moureu, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXI, p. 493.

4. Expliquons maintenant le mécanisme de ces réactions :

1° En premier lieu, la diphénylpyrazolone issue de l'éther phényléthoxyacrylique, étant identique avec celle qui provient de la phénylhydrazine cinnamique, s'est nécessairement formée en deux phases, avec élimination d'une molécule d'alcool dans chacune d'elles : il y a formation d'une phénylhydrazine dans la première phase, et la chaîne se ferme dans la seconde :

$$a.\quad C^6H^5 - C(OC^2H^5) = CH - COOC^2H^5 + H^2Az - AzH - C^6H^5$$
$$= C^6H^5 - C(OC^2H^5) = CH - COAzH - AzH - C^6H^5 + C^2H^5OH,$$

$$b.\quad C^6H^5 - C(OC^2H^5) = CH - COAzH - AzH - C^6H^5$$
$$= C^2H^5OH + \begin{array}{c} CH \text{———} CO \\ C^6H^5 - C \quad\quad AzH \\ Az - C^6H^5 \end{array}$$

1-5 Diphényl-3 Pyrazolone.

La même théorie s'applique naturellement à la formation des autres pyrazolones par l'action des hydrazines sur les divers éthers acryliques β-oxyalcoylés; il se produit d'abord une hydrazine et celle-ci, en perdant de l'alcool, donne une pyrazolone.

2° Quel est maintenant le mécanisme de la réaction des hydrazines sur les éthers acétyléniques? M. Büchner, qui a opéré sur la phénylhydrazine et l'éther de l'acide acétylène-dicarbonique, pense que l'hydrazine se fixe d'abord sur la liaison acétylénique; la chaîne se fermerait aussitôt avec élimination d'alcool (*Berichte,* t. XXII, p. 2929). M. Rothenburg, au contraire, raisonnant sur l'hydrate d'hydrazine, admet que ce corps, en agissant sur le phénylpropiolate d'éthyle, fixe d'abord 1^{mol} d'eau sur ce dernier, et le convertit ainsi en benzoylacétate d'éthyle; celui-ci donne ensuite la réaction classique : élimination d'eau, puis d'alcool (*Berichte,* t. XXVI, p. 1719).

Remarquons d'abord que la phénylhydrazine agit fort bien en l'absence de l'eau sur le phénylpropiolate d'éthyle et sur les autres éthers acétyléniques et qu'elle fournit ainsi les mêmes pyrazolones que les éthers β-cétoniques (voir plus haut); l'eau, quand elle est présente, n'intervient donc pas dans la réaction des hydrazines sur les éthers acétyléniques.

On pourrait supposer que l'attaque de la molécule d'éther acétylénique se fait par la fonction éther-sel; il y aurait ainsi, avec élimination d'alcool,

formation momentanée d'une hydrazide acétylénique

$$R - C \equiv C - COAzH - AzHR',$$

qui s'isomériserait aussitôt en pyrazolone. Dans le cas de l'hydrazine simple, $AzH^2 - AzH^2$, cette théorie pourrait, à la rigueur, se défendre; car, par raison de symétrie, les pyrazolones monosubstituées obtenues doivent être les mêmes, de quelque manière que l'hydrate d'hydrazine attaque les éthers acétyléniques. Mais il n'en est plus ainsi avec la phénylhydrazine et les diverses hydrazines substituées; si, en effet, l'attaque se faisait par la fonction éther-sel, les pyrazolones disubstituées obtenues seraient identiques à celles qui proviennent du traitement des éthers acryliques β-oxysubstitués; or, celles-ci en diffèrent nettement; il faut en conclure que c'est sur la liaison acétylénique que se porte d'abord l'action des hydrazines quand on les met en présence des éthers acétyléniques :

$$C^6H^5 - C \equiv C - COOC^2H^5 \rightarrow C^6H^5 - \underset{\underset{\diagdown AzHC^6H^5}{|\,AzH}}{C} = CH - COOC^2H^5 \rightarrow \begin{array}{c} CH \text{=====} CO \\ C^6H^5 - C \quad\quad AzC^6H^5 \\ AzH \end{array},$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les migrations phényliques chez les halohydrines et chez les α-glycols.* Note de M. TIFFENEAU, présentée par M. A. Haller.

A la suite de mes recherches sur les migrations phényliques qui accompagnent la transformation des halohydrines (1) en aldéhydes ou cétones, je m'étais proposé d'étudier parallèlement la transformation des halohydrines et celle des glycols correspondants. J'avais ainsi montré que le méthylphénylglycol dissymétrique et son homologue para se transforment en méthylphénylacétaldéhyde et en méthylparatoluylaldéhyde (2) tandis que les iodhydrines des mêmes glycols se transposent respectivement en phénylacétone et en paratolylacétone (3).

Dans ce groupe des glycols primaires tertiaires, il me restait à examiner comment se transforme le diphénylglycol dissymétrique

$$(C^6H^5)^2 - COH - CH^2OH$$

---

(1) TIFFENEAU, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1505; t. CXXXVII, p. 989.

(2) TIFFENEAU, *Ibid.*, t. CXXXVII, p. 1260.

(3) TIFFENEAU, *Bulletin Soc. chim.*, 3e série, t. XXVI, p. 292.

dont l'iodhydrine se transpose comme je l'ai montré([1]) en désoxybenzoïne. Ce glycol a été préparé par action du bromure de phénylmagnésium sur le glycolate d'éthyle([2]). Recristallisé dans l'alcool, on l'obtient pur fusible à 120°-121°. Chauffé avec de l'acide sulfurique au cinquième, il se transforme à peu près intégralement en diphénylacétaldéhyde, dont la semicarbazone recristallisée dans le benzène fond à 161°.

Dans le groupe des glycols primaires-secondaires, on sait que le phénylglycol ainsi que son iodhydrine $C^6H^5 - CHOH - CH^2I$ se transforment l'un et l'autre en phénylacétaldéhyde; mais pour chacun d'eux le mécanisme est différent :

$$C^6H^5 - CHOH - CH^2OH \rightarrow \begin{matrix} C^6H^5 - CH = CHOH \\ \text{ou} \\ C^6H^5 - \underset{\|}{C} - CH^2OH \end{matrix} \rightarrow C^6H^5 - CH^2 - CHO$$

$$C^6H^5 - CHOH - CH^2I \rightarrow \overrightarrow{C^6H^5 - CHOH - CH} = \rightarrow CHO - CH^2 - C^6H^5$$

la transformation de l'iodhydrine est comme on le voit accompagnée d'une migration du phényle.

Dans le groupe des glycols bisecondaires, on sait de même que l'iodhydrine de méthylphénylglycol symétrique dérivée du phénylpropylène se transforme avec migration du phényle en aldéhyde hydratropique (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXV, p. 276). Toutefois la transformation du glycol lui-même n'a pas encore été étudiée. Le méthylphénylglycol symétrique $C^6H^5 - CHOH - CHOH - CH^3$ a été préparé par ébullition du dibromophénylpropylène avec une solution aqueuse de carbonate de potassium à 1 pour 6 (Zincke, *Berichte*, t. XVII, p. 710). Chauffé avec l'acide sulfurique au cinquième, ce glycol se transforme quantitativement en phénylacétone

(1) Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1506.

(2) Ce glycol vient d'être obtenu de la même façon et décrit par MM. Paal et Weidenkaff dans les *Berichte*, n° 9, p. 2063. J'avais déjà indiqué (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1260) le parti que l'on peut tirer des composés organomagnésiens pour la préparation des α-glycols. Depuis, dans un travail entrepris en collaboration avec M. Dorlencourt, nous avons obtenu par ce procédé : le diéthylméthylglycol et le diphénylméthylglycol fusible à 96° par action de C^2H^5MgBr et de C^6H^5MgBr sur le lactate d'éthyle; le diéthylphénylglycol fusible à 89°, par action de C^2H^5MgBr sur le phénylglycolate de méthyle; le diphényléthylglycol fusible à 117°, par action de C^2H^5MgBr sur la benzoïne. Tous ces glycols ont été préparés en vue d'étudier le mécanisme de la transposition de l'hydrobenzoïne. Aucun de ces glycols n'a fourni jusqu'ici de transposition moléculaire.

(semicarbazone fusible à 197°). On voit que les transformations du glycol et de son iodhydrine sont tout à fait différentes et que l'une s'accomplit, au contraire de l'autre, sans migration phénylique.

$$C^6H^5-(CHOH)^2-CH^3 \rightarrow C^6H^5-\underset{\parallel}{C}-CHOH-CH^3 \rightarrow C^6H^5-CH^2-CO-CH^3,$$

$$C^6H^5-CHOH-CHI-CH^3 \rightarrow \overrightarrow{C^6H^5-CHOH-\underset{\parallel}{C}}-CH^3 \rightarrow CHO-CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^5\\CH^3\end{matrix}\right. .$$

Si maintenant nous groupons dans un tableau les formules des alcools intermédiaires (formules vinyliques ou formules avec valences pendantes) nous pourrons constater ce qui différencie ces transformations.

Alcools intermédiaires.

Dérivés des iodhydrines.		Dérivés des glycols.	
$\begin{matrix}C^6H^5\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!COH-CH=$	(migration).	$\begin{matrix}C^6H^5\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!C=CHOH$	(sans migr.).
$\begin{matrix}C^6H^5\\C^6H^5\end{matrix}\!\!>\!COH-CH=$	(migration).	$\begin{matrix}C^6H^5\\C^6H^5\end{matrix}\!\!>\!C=CHOH$	(sans migr.).
$C^6H^5-CHOH-CH=$	(migration).	$C^6H^5-CH=CHOH$	(sans migr.).
$C^6H^5-CHOH-\underset{\parallel}{C}-CH^3$	(migration).	$C^6H^5-\underset{\parallel}{C}-CHOH-CH^3$	(sans migr.).
$C^6H^5-CHOH-\underset{\parallel}{C}-C^6H^5$	(migration).	$C^6H^5-CHOH-\underset{\parallel}{C}-C^6H^5$	(avec migr.).

On voit en somme que la transformation des α-glycols diffère de celle des iodhydrines correspondantes en ce que l'élimination de H^2O chez les premiers s'effectue précisément à côté du C^6H^5, alors que chez les iodhydrines considérées l'oxhydrile voisin du C^6H^5 est laissé intact.

Or on conçoit que la transformation de l'hydrobenzoïne s'effectue avec migration phénylique comme chez ces iodhydrines, puisque, quelle que soit l'oxhydrile éliminé, un oxhydrile subsiste toujours au voisinage de l'autre C^6H^5.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide cinnaménylparaconique.* Note de M. J. **Bougault**, présentée par M. A. Haller.

I. Dans un travail assez récent, MM. Fittig et Batt ([1]) ont étudié la condensation de l'aldéhyde cinnamique avec le succinate de sodium en pré-

([1]) *Liebig's Annalen*, t. CCCXXXI, 1904, p. 151.

sence d'anhydride acétique, espérant obtenir ainsi l'acide cinnaménylparaconique

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad CO^2H \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \\ C^6H^5 - CH = CH - CH - CH - CH^2 - CO, \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\; | \qquad\qquad\qquad\qquad | \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\; O \text{------------------} \end{array}$$

et l'acide diéthylénique qui en dérive, l'acide cinnaménylisocrotonique

$$C^6H^5 - CH = CH - CH = CH - CH^2 - CO^2H.$$

Mais ils ont obtenu exclusivement ce dernier acide, accompagné de quantités variables d'acide cinnamique et d'autres composés non acides dont je n'ai pas à m'occuper ici.

Dans le but de me procurer cet acide cinnaménylisocrotonique dont j'ai besoin pour un travail que je poursuis en ce moment, j'ai reproduit l'expérience de ces savants, en suivant rigoureusement leurs indications. Mes résultats ont été totalement différents : j'ai obtenu uniquement l'acide cinnaménylparaconique (P. f. 145°) et pas trace d'acide cinnaménylisocrotonique (P. f. 112°) que les auteurs cités avaient seul obtenu.

II. L'acide cinnaménylparaconique n'ayant jamais été préparé jusqu'ici, je le décrirai rapidement.

Je renvoie pour sa préparation au travail de MM. Fittig et Batt, puisque, je le répète, j'ai suivi leurs indications; en faisant observer toutefois qu'il est indispensable de ne pas chauffer l'acide libre en présence de l'eau, car il se décompose dans ces conditions comme on le verra plus loin.

La formule, indiquée plus haut pour représenter cet acide, est justifiée : 1° par le dosage de C et de H; 2° par le titrage acidimétrique : il se comporte comme un acide monobasique quand on ajoute la soude peu à peu jusqu'à virage de la phtaléine, et comme un acide bibasique, lorsque, après avoir ajouté un excès de soude, on revient à la neutralité par l'acide sulfurique; 3° par la fixation de Br^2 sur la double liaison.

III. L'acide cinnaménylparaconique fond à 145° sans décomposition. Il est très peu soluble dans l'eau, dans la benzine, dans l'éther de pétrole, peu soluble dans l'éther, dans le chloroforme, un peu plus dans l'alcool froid (0g,50 à 0g,60 pour 100), beaucoup plus soluble à chaud.

Dissous à froid dans une solution aqueuse de carbonate de sodium, il en est immédiatement reprécipité par addition d'un acide fort; mais après dissolution, même à froid, dans la soude, il n'est plus reprécipité par acidulation au moins immédiatement. La reprécipitation ne se fait qu'au bout de plusieurs heures, sans doute après retour de l'acide cinnaménylitamalique soluble

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\; CO^2H \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\; | \\ C^6H^5 - CH = CH - CHOH - CH - CH^2 - CO^2H \end{array}$$

à l'acide cinnaménylparaconique insoluble.

La propriété la plus remarquable de cet acide est sa facile décomposition par ébullition avec l'eau. Une demi-heure d'ébullition suffit pour le convertir en acide cinnaménylisocrotonique, acide que MM. Fittig et Batt ont obtenu directement dans la condensation de l'aldéhyde cinnamique avec le succinate de sodium, sans constater la formation préalable d'acide cinnaménylparaconique que je démontre ici.

Peut-être une pareille décomposition a-t-elle eu lieu au cours des traitements effectués par ces savants pour sortir l'acide de la masse noirâtre épaisse, premier produit de la condensation. Ceci expliquerait la différence de nos résultats.

En solution alcaline l'acide cinnaménylparaconique (ou plus exactement l'acide cinnaménylitamalique qui se produit alors) est très stable, l'ébullition ne l'altère pas après 1 heure.

IV. L'acide cinnaménylparaconique fixe facilement Br^2 lorsqu'on additionne de brome l'acide pulvérisé, en suspension dans le chloroforme.

Le bibromure est cristallisé, fond à 205° en se décomposant. Il est fort peu soluble dans les dissolvants usuels et se purifie le mieux par dissolution dans l'alcool bouillant. La solution aqueuse de carbonate de sodium le dissout à froid sans l'altérer; à chaud, il y a décomposition totale; tout le brome passe à l'état de bromure de sodium; il se forme, en outre, de l'aldéhyde benzoïque; les autres produits de décomposition n'ont pas encore été étudiés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les relations entre groupements fonctionnels en positions éloignées. Imines cycliques.* Note de MM. **E.-E. Blaise** et **Houillon**, présentée par M. A. Haller.

Si l'on considère une chaîne carbonée ouverte, les centres de gravité des atomes de carbone peuvent se placer dans un même plan, tant que la chaîne ne renferme pas plus de cinq atomes de carbone. Au delà de ce nombre, ils ne peuvent se placer que sur une hélice. Si l'on examine la cyclisation des chaînes carbonées, on voit qu'elle peut se produire de deux manières : ou bien les centres de gravité des atomes de carbone se placent dans un même plan au prix d'une tension moléculaire qui croît indéfiniment, ou bien, il y a cyclisation aux dépens des atomes de carbone terminaux, sans que le reste de la chaîne carbonée perde sa forme héliçoïdale. Dans cette dernière hypothèse, la facilité avec laquelle

se produira la cyclisation sera une fonction de l'éloignement des atomes de carbone terminaux, et cette fonction sera périodique.

Il est facile de voir, en effet, que, si le nombre des atomes de carbone intermédiaires s'accroît, la distance qui sépare les atomes de carbone terminaux passe par une série de maxima et minima consécutifs. S'il s'agit de la formation de chaînes homocycliques carbonées, ce second mode de cyclisation apparaît comme infiniment peu probable; il semble, en effet, que les spires interposées entre les carbones terminaux doivent constituer un obstacle stérique insurmontable. S'il s'agit, au contraire, de la fermeture de chaînes hétérocycliques sur un atome d'oxygène ou d'azote, le second mode de cyclisation n'apparaît plus comme invraisemblable et, dès lors, il y avait lieu de se demander si l'expérience pourrait mettre en évidence l'existence d'une périodicité réelle dans la fermeture des chaînes hétérocycliques. C'est dans ce but qu'ont été entreprises les recherches résumées dans la présente Note, et relatives aux imines cycliques. On sait que ces imines se forment par action de la chaleur sur les chlorhydrates des diamines, et l'existence de la décaméthylène-imine obtenue par MM. Phookan et F. Krafft semblait favorable à l'idée de périodicité. Nous nous sommes adressés, de notre côté, à l'octométhylène-imine. Le chlorhydrate de l'octométhylène-diamine donne en effet, par action de la chaleur, un carbure diéthylénique et une base secondaire cyclique. Cette base devait être l'octométhylène-imine. Toutefois, comme d'autres recherches, effectuées dans le même ordre d'idées, et qui seront publiées ultérieurement, nous avaient déjà montré que la cyclisation peut s'accompagner de transpositions moléculaires, il était nécessaire d'établir d'abord la constitution de la base obtenue. Guidés par ces mêmes recherches, il nous parut possible que la base obtenue fût de l'α-propylpipéridine soit de l'α-*n*-butylpyrrolidine, soit, enfin, un mélange de ces deux bases. Le produit obtenu par action de la chaleur sur le chlorhydrate de l'octométhylène-diamine bout exactement au même point que la conicine inactive; par contre, les dérivés qu'il donne sont absolument différents de ceux que fournit la conicine. En particulier, il nous a été impossible d'obtenir la moindre trace d'un chloroplatinate possédant les propriétés caractéristiques de celui que donne cette dernière base. Restait donc à examiner l'hypothèse où la base eût été de nature pyrrolidique. Comme il eût été difficile d'établir analytiquement l'existence d'une chaîne pyrrolidique, nous nous sommes adressés à la méthode synthétique et nous avons préparé l'α-*n*-butylpyrrolidine, non sans difficulté,

par la série des réactions suivantes :

$$C^4H^9-CO-CH^2-CH^2-CO^2H$$

$$\rightarrow C^4H^9-C\begin{cases}CH^2-CH^2-CO^2H\\ N-NH-C^6H^5\end{cases} \rightarrow C^4H^9-CH\begin{cases}CH^2-CH^2-CO^2H\\ NH^2\end{cases}$$

$$\rightarrow C^4H^9-CH\begin{matrix}CH^2-CH^2\\ \diagdown NH \diagup\end{matrix}CO \rightarrow C^4H^9-CH\begin{matrix}CH^2-CH^2\\ \diagdown NH \diagup\end{matrix}CH^2$$

La butylpyrrolidine ainsi obtenue est un liquide à odeur rappelant fortement celle de la conicine, elle bout au même point que l'octométhylène imine présumée et constitue une base forte. Elle est d'ailleurs identique à l'octométhylène imine, toutes deux donnent le même chloroplatinate, fondant à 123°, le même chloraurate, qui fond à 89° et, enfin, la même urée qui fond à 152°. Il n'existe entre ces deux bases qu'une différence de pureté, la base obtenue à partir de la diamine étant un peu moins pure que la base synthétique.

La formation d'une base pyrrolidique à partir du chlorhydrate de l'octométhylènediamine met donc, d'une part, en évidence une migration intéressante, et, d'autre part, elle montre que l'existence d'une périodicité dans la cyclisation des imines est infiniment peu probable.

En effet, au point de vue stéréochimique, la formation de l'octométhylène-imine serait comparable à celle de la triméthylène-imine; or cette dernière peut être obtenue assez aisément, tandis que l'octométhylène-imine ne se forme pas. Nous nous proposons, d'ailleurs, de préparer l'hexylpyrrolidine qui sera sans doute identique à la décaméthylène-imine de MM. Phookan et Krafft, ce qui ôtera tout doute à ce sujet. Nous ajouterons enfin que la réduction de la cyclohexanone-isoxime a donné à M. Wallach une base qui est sans doute la véritable hexaméthylène imine. Il n'est pas étonnant que cette base diffère de celle obtenue par M. Braun en partant de l'hexaméthylènediamine, car celle-ci doit probablement être constituée par de l'α-éthylpyrrolidine plus ou moins pure.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Basicité de l'oxygène du xanthyle. Sels doubles halogénés xanthyl-métalliques.* Note de MM. R. FOSSE et L. LESAGE, présentée par M. A. Haller.

Le *xanthyle* ou diphénopyryle :

CH —

O

radical *non azoté*, univalent, dérivé du *xanthane* [1] ou diphénopyrane, peut donner avec les halogènes (Cl, Br) et certains métaux, une série assez riche de combinaisons, dont les formules sont, en général, comparables aux sels doubles correspondants du potassium.

Chloroplatinate de xanthyle :

$$PtCl^4 + 2\left[Cl - O\langle\frac{C^6H^4}{C^6H^4}\rangle CH\right],$$

poudre orangée.

Bromoplatinate de xanthyle :

$$PtBr^4 + 2\left[Br - O\langle\frac{C^6H^4}{C^6H^4}\rangle CH\right],$$

précipité jaune orangé.

Chloro-aurate de xanthyle :

$$AuCl^3 + Cl - O\langle\frac{C^6H^4}{C^6H^4}\rangle CH,$$

cristaux microscopiques jaunes.

Bromo-aurate de xanthyle :

$$AuBr^3 + Br - O\langle\frac{C^6H^4}{C^6H^4}\rangle CH,$$

petits cristaux rouge brique.

Chlorure d'uranyle et de xanthyle :

$$UO^2Cl^2 + 2\left[Cl - O\langle\frac{C^6H^4}{C^6H^4}\rangle CH\right],$$

cristaux prismatiques jaune d'or.

Bromure d'uranyle et de xanthyle :

$$UO^2Br^2 + 2\left[Br - O\langle\frac{C^6H^4}{C^6H^4}\rangle CH\right],$$

cristaux jaunes.

Bromoferrate de xanthyle ;

$$FeBr^3 + Br - O\langle\frac{C^6H^4}{C^6H^4}\rangle CH,$$

cristaux microscopiques rouge vif.

Bromure de zinc et de xanthyle :

$$ZnBr^2 + 2\left[Br - O\langle\frac{C^6H^4}{C^6H^4}\rangle CH\right],$$

cristaux jaune orangé.

---

(1) Improprement désigné *xanthène*.

Bromure de cuivre et de xanthyle :

$$CuBr^2 + 2\left[Br - O\langle{C^6H^4 \atop C^6H^4}\rangle CH\right],$$

petits cristaux violet sombre.

Bromure de cadmium et de xanthyle :

$$CdBr^2 + 2\left[Br - O\langle{C^6H^4 \atop C^6H^4}\rangle CH\right],$$

petits cristaux jaunes.

Bromure de plomb et de xanthyle :

$$2PbBr^2 + Br - O\langle{C^6H^4 \atop C^6H^4}\rangle CH,$$

petits cristaux marron clair.

Bromure de mercure et de xanthyle :

$$3HgBr^2 + 4\left[Br - O\langle{C^6H^4 \atop C^6H^4}\rangle CH\right],$$

cristaux jaune d'or.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Production de feuilles en cornet par traumatismes.* Note de M. L. BLARINGHEM, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les *ascidies* ou feuilles en cornet sont des anomalies relativement rares. Bien connues et étudiées dans les genres *Nepenthes* et *Sarracenia* où elles prennent la valeur de caractères de familles, on les trouve parfois en abondance sur quelques individus aberrants qui les produisent assez fidèlement chaque année, s'ils sont vivaces [*Ficus* de Calcutta ([1]), *Saxifraga crassifolia* et *S. ciliata* ([2]), *Cytisus candicans Attleyanus* ([3]), divers Tilleuls, etc.]. D'autre part, Hugo de Vries ([3]) a montré l'hérédité partielle des ascidies par voie de semis; mais jusqu'ici on ne sait rien sur l'origine des individus qui présentent ces anomalies; de nombreuses observations et des expériences me permettent d'attribuer leur production à des mutilations.

([1]) C. DE CANDOLLE, *Sur un Ficus à hypoascidies* (*Archives des Sc. phys. et natur. de Genève*, 4e période, t. XII, 1901, p. 623-631).

([2]) O. PENZIG, *Pflanzenteratologie*, I, p. 456. (Les ascidies des Saxifrages ont été étudiées récemment par H. de Vries, Maheu et Gillot, Montemartini, Massalongo.)

([3]) H. DE VRIES, *Over de erfelykheid van Synfisen* (résumé dans *Botanischer Jahresbericht*, XXIII, 2) et *Ueber die Periodicität der partiellen Variationen* (*Ber. d. deut. bot. Gesel.*, t. XVII, p. 45-51).

La section de la tige principale des végétaux ligneux et herbacés est d'ordinaire suivie du développement rapide de nombreux rejets en partie anormaux. Les ascidies en particulier se trouvent dans ce cas sur les pousses de *Tilia sylvestris*, *Acer Pseudo-platamus*, *Fraxinus excelsior*, *Hibiscus Rosa-sinensis*, *Corylus Avellana;* elles sont le plus souvent isolées; toutefois, dans un taillis de Noisetiers dont les troncs de 4^{cm} à 6^{cm} de diamètre avaient été coupés au ras du sol dans le mois de mars de 1905, j'ai pu observer au mois d'août de la même année, sur 12 feuilles portées par un rejet, 7 feuilles peltées ou ascidiformes, alors que les arbustes voisins non taillés n'en présentaient aucune. On peut récolter aussi une bonne proportion de folioles en cornets sur les feuilles à folioles multiples que donne le *Trifolium pratense* après la seconde coupe.

Dans des essais faits en 1905 en vue de provoquer des fascies et des anomalies florales, j'ai obtenu des ascidies sur les rejets fasciés ou non de *Fagopyrum esculentum*, *Œnothera biennis* et *Zea Mays*.

Le Maïs, que j'étudie tout spécialement depuis 1901, m'a fourni le plus grand nombre de feuilles en tube et j'ai pu en vérifier l'hérédité partielle dans plusieurs lignées. Les premières gaines tubulées furent observées sur des rejets dont la panicule mâle portait des graines femelles fertiles. La descendance suivie depuis 1903, sans mutilation nouvelle, fournit des variations de toutes sortes partiellement héréditaires (¹) et en particulier les gaines tubulées rentrent dans cette catégorie.

Dans les cultures de 1905 l'épreuve de l'hérédité fut très remarquable pour l'un des lots. La plante mère, développée en 1904, ne portait qu'une seule gaine tubulée, correspondant à la sixième feuille. Sur 23 descendants de cette plante, 13 présentèrent des ascidies (plus de 50 pour 100) résultant de la suture des bords des feuilles ou même des bractées d'enveloppe de l'inflorescence femelle, La fréquence de l'anomalie, considérablement accrue, permit d'en étudier la périodicité :

Les feuilles...	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(comptées à partir de la base)
fournissent...	0	0	1	6	11	8	5	1	2	0	ascidies

La suture des bords de la feuille se prolonge parfois au delà de la ligule. Comme cas extrême observé, on peut signaler un tube de 42^{cm} de longueur dont 19^{cm} appartiennent à la gaine; cette ascidie développée sous la panicule terminale la renfermait comme dans une spathe, rendant presque impossible la dispersion du pollen. Le caractère très singulier de cette sommité attirait les yeux à longue distance et il n'est pas douteux que cette anomalie ne soit très rare, puisqu'on ne l'a jamais signalée à ma connaissance.

Les gaines tubulées sont un caractère nouveau et aberrant pour le *Zea*

(¹) L. BLARINGHEM, *Anomalies héréditaires provoquées par des traumatismes* (*Comptes rendus*, t. CXL, 6 février 1905).

Mays, mais ne sont pas inconnues dans la famille des Graminées. Depuis longtemps Dupont, Trécul, Godron ont insisté sur la valeur de ce caractère pour la diagnose des genres ou des espèces de *Melica, Glyceria,* etc. Il ne paraît pas impossible, d'après les résultats obtenus jusqu'ici dans les cultures, de fixer la variation apparue dans le Maïs; quoi qu'il en soit, les faits précédents montrent le rôle des mutilations dans la production de caractères nouveaux et partiellement héréditaires.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Origine des matériaux utilisés par l'ovaire.* Note de M. **Jean Friedel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La capacité assimilatrice des carpelles verts de la plupart des plantes est connue depuis longtemps. J'ai vérifié le fait sur un grand nombre d'espèces. Dans une expérience sur le *Ranunculus acris,* j'ai constaté, chez les carpelles, une assimilation sensiblement égale au cinquième de l'assimilation effectuée par le même poids de feuille. La capacité assimilatrice des carpelles peut donc être considérable. J'ai cherché à voir jusqu'à quel point cette assimilation pouvait suffire au développement de l'ovaire et à la production de graines.

Des fleurs épanouies, détachées de la plante, ont été conservées, le pédoncule plongeant dans une eau continuellement renouvelée. Au début, je déterminais le poids sec moyen des ovaires d'un lot de fleurs témoins. Au bout d'un temps plus ou moins long, des échantillons étaient prélevés pour déterminer les poids secs, d'autres ovaires étaient conservés pour tenter d'obtenir des graines. De nombreuses expériences ont été faites sur le *Galanthus nivalis*, le *Leucoium vernum,* le *Narcissus pseudonarcissus,* l'*Ornithogalum umbellatum.*

Exemple : *Galanthus nivalis.* — Le 31 janvier, des fleurs épanouies ont été mises en expérience. 16 ovaires témoins ont eu un poids sec moyen de $0^g,00412$.

Le 23 février, j'ai prélevé 4 ovaires : poids sec moyen, $0^g,00970$.

Le 5 mars, j'ai prélevé 4 ovaires : poids sec moyen, $0^g,01250$.

Deux beaux ovaires choisis sur une plante enracinée et qui se sont développés pendant le même temps ont donné, l'un, $0^g,01180$, et l'autre, $0^g,02100$.

L'augmentation de poids est manifeste; les résultats ont toujours été concordants.

Des ovaires de ces diverses plantes, conservés à l'obscurité, n'ont jamais présenté d'augmentation de poids sec; j'ai constaté parfois une légère diminution lorsque l'expérience avait duré très longtemps. Toutefois, l'augmentation de poids observée à la lumière peut être due soit à l'assimilation de l'organe lui-même, soit aux réserves du pédoncule.

Pour chercher à résoudre cette question, j'ai placé sur de la ouate humide des ovaires avec ou sans pédoncule dans des tubes à essai qui ont été ensuite scellés à la lampe. Dans ces conditions, l'assimilation chlorophyllienne a pour effet unique de récupérer le gaz carbonique perdu par respiration. Or je n'ai jamais constaté d'augmentation de poids sec chez les ovaires dépourvus de pédoncule maintenus en tubes scellés, tandis que, chez des ovaires également en tubes scellés, mais pourvus d'un pédoncule, j'ai observé fréquemment une augmentation de poids sec.

Exemple : *Narcissus pseudonarcissus*. — 26 mars. Poids moyen de 10 ovaires de fleurs épanouies, 0g,0143. (Le poids le plus faible était de 0g,0097; le plus fort, de 0g,0208.)

23 avril : obscurité, 0g,0093; air confiné sans pédoncule, 0g,0177; air confiné avec pédoncule, 0g,0287; fleurs à l'air libre, 0g,0456.

A l'air libre, l'augmentation de poids est très considérable; elle est faible dans l'air confiné.

Pour des ovaires d'*Ornithogalum umbellatum* pris dans la fleur épanouie, le poids sec moyen était de 0g,255. (8 mai.)

Le 18 mai, un ovaire semblable muni de son pédoncule et conservé en tube scellé avait atteint un poids sec de 0g,0340. Il y a ici une augmentation manifeste.

L'ovaire d'*Ornithogalum arabicum* est dépourvu de toute capacité assimilatrice comme je l'ai montré dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 14 mai 1906). L'un de ces ovaires conservé avec un fort pédoncule a présenté une augmentation de poids sec considérable.

Le 10 mai, l'ovaire d'une fleur épanouie avait un poids sec de 0g,0230; le 31 mai, un ovaire semblable avait atteint un poids sec presque double 0g,0403.

Ainsi, dans des conditions où l'assimilation n'intervient pas, il peut y avoir une augmentation de poids sec provenant uniquement des réserves du pédoncule.

Plusieurs ovaires de fleurs coupées conservées à l'air libre ont donné des graines.

De cet ensemble de faits on peut tirer les conclusions suivantes :

1° L'ovaire utilise à la fois les produits de l'assimilation qui lui est propre et les réserves du pédoncule.

2° Si les conditions dans lesquelles il est placé suppriment l'un des deux modes de nutrition, l'ovaire peut, en utilisant le mode qui lui reste, arriver à son complet développement.

3° Les réserves du pédoncule ne peuvent être utilisées qu'à la lumière. Il y a un rapprochement à faire entre ce dernier résultat et un fait semblable constaté par M. Molliard dans ses recherches sur les cultures de Radis en milieux nutritifs organiques et par M. Lefèvre dans ses recherches sur l'assimilation des amines par les végétaux.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la longevité des graines.* Note de M. **Paul Becquerel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La durée de la faculté germinative des graines de la plupart des phanérogames n'est pas encore très bien connue. Elle varie considérablement non seulement d'une espèce à une autre, mais encore entre les individus d'une même espèce, car elle dépend de la résultante des actions d'un grand nombre de facteurs extérieurs ou internes que la graine subit selon son mode de conservation. La température et l'hygrométricité de l'atmosphère, l'air, l'eau, la lumière, l'enfouissement dans le sol, les bactéries, les animaux, enfin le degré de perméabilité des téguments de la graine, la nature de ses réserves nutritives et de son état de dessiccation sont autant de causes qui agissent directement sur la vitalité de l'embryon.

Beaucoup de savants se sont déjà occupés de cette question et ont apporté des observations sur des cas isolés, mais le seul travail d'ensemble où se trouvent exposés les faits les plus nombreux et les plus précis est encore celui d'Alph. de Candolle. En 1846, il avait semé 368 espèces de graines qu'il avait lui-même recueillies et conservées dans des sachets, à l'abri de l'humidité et de la lumière, pendant 14 années. Il constata alors que, sur les 368 espèces, 17 seulement conservèrent leur pouvoir germinatif très affaibli. Trois familles fournirent ces espèces : les Malvacées, 5 sur 10; les Légumineuses, 9 sur 45; les Labiées, 1 sur 30 (¹).

Grâce à l'extrême obligeance de M. Costantin, Professeur de culture au Muséum, et au concours dévoué de M. Caille, chef du service de la Graineterie, qui ont mis à ma disposition toutes les graines les plus vieilles, dont la date d'arrivée au laboratoire était rigoureusement contrôlée, nous avons repris le travail d'Alph. de Candolle.

Nos recherches ont porté sur près de 550 espèces appartenant à 30 des familles les plus importantes des Monocotylédones et des Dicotylédones, et dont l'âge de la récolte variait entre 25 et 135 ans.

Les graines de chaque espèce, généralement au nombre minimum de 10, étaient soigneusement lavées dans de l'eau stérilisée, puis en partie décortiquées lorsque leur tégument paraissait trop imperméable. Ainsi

(¹) Alph. de Candolle, *Sur la durée relative de la faculté des germes* (*Ann. sc. nat.*, série III, t. VI, p. 373).

préparées, elles étaient placées sur du coton hydrophyle aseptique humide dans un cristallisoir recouvert d'une plaque de verre, que l'on portait dans une étuve à la température constante de 28°.

Dans ces conditions levèrent chez les Légumineuses 18 espèces sur 90.

Ce furent : *Cassia bicapsularis* de 1819 ; *Cytisus biflorus* de 1822 ; *Leucæna leucocephala* de 1835 ; *Trifolium arvense* de 1838 ; *Ervum Lens* de 1841 ; *Dioclea pauciflora* de 1841 ; *Cytisus austriacus* de 1843 ; *Melilotus lutea* de 1851 ; *Acacia distachya* de 1853 ; *Mimosa glomerata* de 1853 ; *Crotatum ramosissimum* de 1867 ; *Dolichos fusarius* de 1868 ; *Astragalus brachyceras* de 1868 ; *Nomismia nummularis* de 1869 ; *Acacia cornigera* de 1869 ; *Trifolium cæspitosum* de 1878.

Dans la famille des Nélombées, nous avons obtenu la germination de trois espèces de Nelombo : *Nelumbium codophyllum* de 1850 ; *N. asperifolium* de 1858 et *N. speciosum* de 1888 (¹).

Enfin nous avons eu une Malvacée sur 15 espèces : le *Lavatera pseudo-Olbia* de 1842 et une Labiée sur 14, le *Stachys nepetæfolia* de 1829.

Par contre, les graines des espèces appartenant aux familles suivantes : Graminées, Joncées, Liliacées, Urticées, Polygonées, Chénopodiacées, Datiscées, Renonculacées, Nymphéacées, Euphorbiacées, Crucifères, Papavéracées, Caryophyllées, Rosacées, Saxifragées, Onagrariées, Araliacées, Plombaginées, Solanées, Borraginées, Convolvulacées, Scrofularinées, Verbénacées, Plantaginées, Cucurbitacées et Caprifoliacées ne fournirent aucune germination.

Parmi les graines qui ne levèrent pas et dont l'âge variait de 30 à 60 ans, il nous faut signaler les graines de *Potentilla Tormentilla*, de *Rubus idæus*, de *Galium anglicum*, d'*Euphorbia Lathyris*, de *Sinapis arvensis*, de *Chenopodium polyspermum*, de *Sagina procumbens*, de *Papaver*, de *Corydalis claviculata*, de *Digitalis purpurea*, de *Verbascum Thapsus*, de *Nicotiana Tabacum* et de *Juncus bufonius*. Car ces graines ont été fréquemment citées par de nombreux observateurs, tels que Michalet, Sirodot, Boisduval, Heldreich, Peter, Bureau, J. Poisson et P. Fliche, comme pouvant conserver dans la terre, pendant beaucoup d'années et même plusieurs siècles, la faculté de germer. Le fait de les voir subitement apparaître, dans certaines localités où il n'y en avait jamais eu auparavant, après des remaniements du sol, des coupes de bois, des desséchements ou des mises en eau d'étangs, ne suffit pas à légitimer cette manière de voir. — Les changements de conditions de milieu et la multitude infinie des apports par les eaux, le vent, les oiseaux, les animaux et les hommes expliqueraient bien mieux cette arrivée subite d'espèces nouvelles. Et cela paraît d'autant plus vraisemblable que l'examen de ces vieilles graines conservées dans des sachets, à l'abri de la lumière, de l'eau, du froid et des moisissures, ce qui ne se rencontre pas souvent dans la nature, nous montre que, par suite de l'extrême perméabilité de leur tégument, de l'oxydation de leurs réserves nutritives et la désorganisation de l'embryon, elles ont perdu toute possibilité de vivre.

Seules les graines qui peuvent conserver leur pouvoir germinatif, pen-

(¹) M. J. Poisson a fait germer en 1902 des akènes de *Nelumbium luteum* de 1848.

dant plus de 80 ans, comme celles de l'*Acacia bicapsularis*, de *Cytisus biflorus* et de *Leucœna leucocephala*, sont protégées par un tégument épais et possèdent des réserves peu oxydables.

Par des expériences réalisées avec l'appareil déjà décrit ici il y a deux ans [1], nous avons pu nous rendre compte de ce fait très important au point de vue de la biologie. C'est que dans ces graines l'imperméabilité de toutes les parties du tégument aux gaz de l'atmosphère a été réalisée naturellement d'une manière aussi parfaite que si elle avait été provoquée artificiellement par la dessiccation avec le vide, la baryte caustique et la chaleur [2].

Par conséquent nous avons là un exemple remarquable de vie latente où, pendant plus de 80 ans, c'est-à-dire depuis l'époque de la Restauration jusqu'à nos jours, tous les échanges gazeux entre ces graines et l'atmosphère ont été complètement interrompus.

Si jamais, l'embryon enfermé dans son tégument hermétiquement clos a respiré, il ne l'a fait que d'une manière imperceptible aux dépens d'une quantité de gaz infinitésimale puisque au bout de ce grand intervalle de temps il n'a pu encore utiliser tout ce qu'il devait y avoir d'oxygène dans l'intérieur de ses cellules [3].

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la maladie des Platanes due au* Gnomonia veneta (*Sacc. et Speg.*) *Klebahn* [Glœosporium nervisequum (*Fuck*) *Saccardo*] *particulièrement dans les pépinières*. Note de M. **J. Beauverie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Comme il fallait s'y attendre, le printemps froid et humide que nous avons subi a amené une recrudescence de la maladie des Platanes, qui sont, au moins dans la région lyonnaise, dans un lamentable état. Le

(1) Paul Becquerel, *Comptes rendus*, 1904, p. 1347.

(2) Dans ses recherches sur les téguments des graines présentées en 1905 à l'Académie des sciences de Turin, Joseph Gola a démontré que, dans la nature, les graines à tégument imperméable et qui ne se gonflent même pas dans l'eau, sont extrêmement fréquentes chez les Légumineuses et les Malvacées.

(3) Si dans ce travail nous n'avons pas mentionné les fameux cas de longévité de graines antiques provenant des greniers de César, des sépultures mérovingiennes, des sarcophages des Pharaons, c'est parce que de Candolle, Decaisne, et plus récemment Gain, opérant sur des échantillons authentiques, ont anéanti cette légende.

Glœosporium devient de plus en plus actif au fur et à mesure de ses attaques nouvelles. Nous avons antérieurement marqué les étapes de la nocivité du champignon du Platane[1]. Avant 1901, il ne s'attaque guère qu'aux feuilles et n'attire pas l'attention en tant que parasite dangereux; en 1901, nous signalons l'attaque des jeunes rameaux; en 1903, après un printemps froid et pluvieux, le champignon n'atteint plus seulement les jeunes rameaux mais les grosses branches et le tronc lui-même; certains arbres, placés dans des habitats particulièrement favorables au parasite, périssent. Les années suivantes, grâce à de meilleures conditions climatériques, le mal s'étend peu. Il n'en est pas de même pour l'année actuelle.

Nous ne reviendrons pas sur ce que nous avons dit antérieurement concernant l'évolution de la maladie chez les arbres âgés, nous bornant à constater que, souvent, actuellement, les feuilles au lieu de se désarticuler à la base du pétiole, par suite de l'attaque directe des grosses nervures ou du pétiole lui-même, peuvent être atteintes au niveau de la périphérie du limbe, le mal gagnant la partie inférieure de la feuille qui peut brunir et se dessécher sur place, sans tomber sur le sol; quelquefois, aussi, des rameaux herbacés, rongés au niveau de leur insertion sur les rameaux ligneux par le mycélium qui s'y trouvait déjà, tombent sur le sol avec leurs feuilles encore vertes et indemnes.

Nous avons particulièrement suivi l'évolution de la maladie dans les pépinières, où nous avons vu des carrés entiers ravagés; les victimes, parmi les sujets de trois ans notamment, peuvent s'y compter par centaines. La bienveillance de M. le professeur Gérard, directeur des cultures de la ville de Lyon, a singulièrement favorisé notre enquête.

Il est facile, avec un peu d'expérience, de constater si un arbre, d'apparence encore saine, possédant la plupart de ses feuilles en bon état, est condamné à périr en peu de jours. Dans ce cas, l'extrême flèche est morte, le rameau qui la constitue apparaît desséché; en regardant l'arbre attentivement nous voyons que quelques rameaux de l'année précédente sont desséchés, morts et couverts de conceptacles du *Glœosporium*. Nous avons fait la remarque importante que le mal part presque toujours des rameaux taillés l'année precédente, beaucoup plus rarement des feuilles et rameaux herbacés; de là le mal gagne les rameaux des années antérieures et enfin le tronc lui-même. Au niveau du rameau mort on voit alors sur l'écorce une tache lie de

---

(1) J. Beauverie, *Sur une forme particulièrement grave de la maladie des Platanes* (*Annales de la Soc. botanique de Lyon*, 1901). — *La maladie des Platanes, sa gravité* (*L'Horticulture nouvelle*). Lyon, 1903. Avec figures. — *La maladie des Platanes* (*Comptes rendus*, 22 juin 1903).

vin, puis brune, qui ne tarde pas à s'étendre circulairement, l'arbre n'a plus alors que peu de temps à végéter; ses feuilles sont encore saines, puis elles jaunissent. Sur la tache, et au niveau des lenticelles, apparaissent les conceptacles. Si l'on entaille l'écorce du tronc à différentes hauteurs, et notamment à la base, on constate que les tissus situés entre elles et le bois sont plus ou moins bruns, ce qui est l'indice de leur mortification. Bientôt l'arbre entier meurt et ses feuilles se dessèchent brusquement sur place; il présente alors l'aspect d'un arbre qui aurait subi l'asphyxie par le gaz d'éclairage au niveau de ses racines. Une telle destruction du végétal s'explique facilement : au niveau des taches brunes du tronc, le liber est détruit et l'on constate aisément au microscope que son emplacement est représenté par un vide et que seuls les rayons médullaires persistants relient le bois et l'écorce. La circulation de la sève descendante est donc interrompue, l'entre-écorce de tout le tronc se dessèche petit à petit, et de bonne heure vers la base, ce qui a fait croire à quelques praticiens que le mal se propageait des racines à la partie aérienne, tandis que c'est l'inverse qui a lieu. On constate dans les tissus de l'arbre, même dans des régions assez éloignées des taches brunes, l'existence de très fins et rares filaments mycéliens qui cheminent surtout par les cellules des rayons médullaires, en enpruntant leurs ponctuations; on peut en trouver aussi dans les cellules de l'écorce. Il est alors véritablement parasite, exerçant vraisemblablement au loin son action par l'intermédiaire de diastases qui préparent la désorganisation du liber. Le mycélium est plus abondant dans les parties tuées, où il vit en saprophyte; il y produit ses stromas qui font saillie par les lenticelles et se creusent bientôt en conceptacles conidifères.

Quel traitement convient-il d'appliquer? Pour les gros arbres, l'élagage des rameaux atteints, préconisé par M. Leclerc du Sablon, a donné les meilleurs résultats possibles et les arbres situés en rase campagne, qui n'ont pas subi ce traitement, sont en général aujourd'hui (surtout dans les régions basses et humides) bien plus atteints que ceux des villes. En pépinière, on ne peut garder cet espoir puisque le mal tue l'arbre en quelques jours. Il faudra dorénavant appliquer un traitement préventif. Les agents de contamination sont : les ascospores, comme l'a démontré Klebahn, les pycnospores et les conidies. Klebahn a réussi l'inoculation à l'aide de ces dernières obtenues en cultures artificielles; nous rappellerons que nous avons été le premier à signaler l'existence des conidies libres à l'état naturel; nous avons observé la présence de cet appareil conidien sous les plaques de rhytidome de platanes morts. Toutes ces semences, transportées par le vent, les chenilles, etc. sur les jeunes platanes, peuvent germer dès le commencement du printemps. Le mal débute presque toujours par l'extrémité des rameaux de l'année précédente qui ont subi la taille. Il faudra donc : 1° protéger dès l'hiver les plaies d'élagage, soit avec un des mastics à greffer, soit en les badigeonnant avec une solution anticryptogamique, par exemple celle que l'on emploie pour le traitement d'hiver de

l'anthracnose de la Vigne. Le mal débute quelquefois par les feuilles pour gagner les rameaux herbacés, les branches, et progressivement le tronc; il faudra donc : 2° procéder, dès l'apparition des premières feuilles, à des pulvérisations d'une solution anticryptogamique : bouillies cupriques, verdet, etc., et, au besoin, faire une deuxième pulvérisation sur les feuilles plus développées, si le temps reste humide. Lorsque le temps redevient définitivement chaud et sec, il n'y a plus de danger. Il ne faut pas oublier que ces traitements doivent être préventifs; il devient impossible d'atteindre le champignon lorsqu'il a pénétré entre le bois et l'écorce; lorsqu'il a gagné le tronc, l'arbre est condamné. Cependant le pépiniériste devra encore surveiller les rameaux, particulièrement ceux qui ont subi la taille l'année précédente, et les élaguer s'ils commencent à se dessécher vers leur extrémité. Son objectif doit toujours être d'empêcher que le champignon arrive jusqu'au tronc où il produirait l'annélation fatale que nous avons signalée.

Les boutures, provenant toujours d'arbres absolument indemnes, devront subir les mêmes traitements : badigeonnage des sections avant la mise en place, sulfatage des feuilles. Elles devront, autant que possible, être établies loin de tout platane contaminé. Enfin, la bouture étant une continuation de l'individu et non une régénération, il est possible que la perpétuation du végétal par ce procédé ait amené un affaiblissement organique entraînant sa moindre résistance au parasite. On pourra donc, enfin, tenter de régénérer cette essence en instituant des semis, qui permettraient peut-être, en outre, de trouver des variétés plus résistantes.

BOTANIQUE COLONIALE. — *Asclépiadées nouvelles de Madagascar produisant du caoutchouc.* Note de MM. **J. Costantin** et **I. Gallaud**, présentée par M. Edmond Perrier.

M. Geay, voyageur du Muséum, qui parcourt en ce moment Madagascar, nous a adressé, entre autres documents, des échantillons complets de tiges, feuilles, fleurs et fruits, secs et conservés dans l'alcool, appartenant à deux Asclépiadées nouvelles dont le latex fournit du caoutchouc ([1]).

([1]) On ne connaît à Madagascar que trois Asclépiadées donnant du caoutchouc. Ce sont : le *Cryptostegia madagascariensis,* le *Marsdenia verrucosa* et un *Secamone*

Ces deux plantes très abondantes dans les plaines alluviales de l'ouest et du sud-ouest de Madagascar, où elles sont distinguées sous les noms de *Kompitsé* et de *Dangolora,* sont deux lianes sarmenteuses d'exploitation facile d'où les indigènes retirent du caoutchouc. Ce produit soumis à l'appréciation de techniciens, notamment de M. Michelin, a été reconnu « utilisable et de bonne qualité moyenne ». Il est donc utile de faire connaître ces plantes qui jusqu'à présent n'ont pas encore été signalées et qui pourront prendre de l'importance dans l'exploitation de notre colonie.

Kompitsé. — C'est une liane sarmenteuse, formant souvent buisson, appartenant au groupe des *Périplocées;* elle constitue un genre nouveau et une espèce nouvelle pour laquelle nous proposons le nom de *Kompitsia elastica :*

Feuilles opposées, à limbe quelquefois arrondi dans les feuilles de base des rameaux mais le plus souvent étroit, allongé, de 7^{cm} de long sur 1^{cm} de large en moyenne, aigu au sommet et rétréci en coin à la base sur un court pétiole de quelques millimètres.

Inflorescences terminales ou axillaires, *en cymes bipares, régulières, bien fournies.* Calice vert à 5 dents étroites, *recourbées en dehors vers la base de la fleur.* Corolle rose à 5 dents étroites, allongées, de couleur plus vive que le tube, tordues dans le bouton, recouvrant à droite et formant ainsi un bec allongé. Les dents de la corolle étalée ont 1^{cm} de long, 3^{mm} de largeur médiane et surmontent un tube corollaire court, *présentant* 5 *renflements ovalaires correspondant aux dents.* Coronule *simple,* formée de 5 dents *triangulaires, saillantes à la gorge* et s'insérant dans les échancrures de la corolle sur une *base élargie par deux oreillettes latérales.* Filets staminaux soudés à la corolle depuis la base et ne s'en détachant que sur une faible longueur. Anthères allongées, pourvues de deux auricules à la base. Pollen en tétrades. Translateurs sans rétinacle, en forme de gouttière allongée avec partie terminale d'abord étranglée puis étalée en pelle. Pistil caché dans le tube sous les dents de la coronule; style renflé en massue, *pourvu de* 5 *saillies entre lesquelles sont pincés les translateurs;* tête stigmatique conique courte. Fruit formé de 2 carpelles non soudés, dans le prolongement l'un de l'autre à maturité complète, à surface glabre, *pourvu de côtes longitudinales;* dimensions d'un carpelle : 70^{mm} sur 5^{mm}. Graines à aigrette caduque, couvertes de fins tubercules brun cacao et présentant un sillon longitudinal; dans le fruit elles sont rangées en deux séries séparées par une lame parcheminée [1].

Un certain nombre de ces caractères sont ceux des genres *Cryptolepis,*

(*vahimainty*) signalé par M. Jumelle (*Journal du caoutchouc et de la gutta-percha,* 15 juillet 1905).

[1] Le Muséum vient de recevoir de M. de Vilmorin, sous le nom de *Kopitso,* des graines dépourvues d'aigrette qui ressemblent de façon frappante à nos graines de *Kompitsé,* lorsque l'aigrette est tombée. Elles ont été mises en culture dans les serres du Muséum pour vérifier leur identité.

Stomatostemma et *Raphiacme*. Toutefois dans le *Kompitsé* le calice, le tube de la corolle et surtout la coronule sont de forme différente, ce qui nous paraît justifier la création d'un genre nouveau pour cette plante. Elle donne un latex abondant renfermant du caoutchouc, mais d'ordinaire les indigènes le mélangent au latex de l'autre Asclépiadée, le *Dangolora*, que nous décrirons prochainement et qui est voisine du genre *Marsdenia*. Le mélange du latex des deux plantes donne le caoutchouc connu à Madagascar sous le nom de *Manomby*.

ZOOLOGIE. — *Sur la biologie des Virgulaires.* Note de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

La plupart des Alcyonaires de la famille des Virgulaires habitent les fonds marins à des profondeurs plus ou moins considérables; les instruments qui servent à les capturer les ramènent à la surface presque toujours plus ou moins gravement mutilés. Il en résulte qu'on ne possède que fort peu de renseignements sur l'habitat et la biologie de ces animaux.

Le type nouveau de cette famille dont j'ai indiqué récemment (1) les principaux caractères, vit à Djibouti, dans des sables vaseux découvrant à toutes les marées; j'en ai recueilli d'assez nombreux exemplaires en place et j'ai pu en observer quelques-uns que j'ai conservés vivants plusieurs jours dans des cristallisoirs. A mer basse, ces Virgulaires se trouvent enfoncées verticalement dans le sable, le pédoncule en bas, l'extrémité libre du rachis étant à une distance de 10^{cm} à 15^{cm} de la surface. Toutes celles que l'on retire ainsi du sable ont leurs polypes rétractés; la période d'enfouissement correspond vraisemblablement pour ces animaux à une phase de repos; les polypes ne s'épanouissent que dans l'eau de mer, où l'activité vitale reprend toute son intensité.

Si l'on place horizontalement sur le sable dans lequel ils vivent et que l'on recouvre d'une couche d'eau de mer de quelques centimètres d'épaisseur, quelques spécimens intacts et bien vigoureux de ces Virgulaires, on voit au bout de quelques minutes l'extrémité en pointe mousse du pédoncule se recourber verticalement vers le bas pour pénétrer dans le fond solide. Cette torsion de la partie terminale du pédoncule se fait chez tous les individus, quelle que soit la face en contact avec le sol. Pour s'enfoncer dans ce sable assez compact, le pédoncule, dont la paroi est molle et flexible, doit

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 28 mai 1906.

prendre une certaine rigidité. On peut suivre, à travers la paroi semi-transparente du corps, le mouvement du liquide de la cavité générale aboutissant à une turgescence suffisante pour permettre à la pointe de creuser une petite dépression dans le sol. Cet afflux de liquide dans la cavité pédonculaire résulte de l'activité des fibres musculaires longitudinales qui s'étendent dans toute l'étendue du corps. La turgescence peut être maintenue, au gré de l'animal, grâce à la contraction des fibres circulaires que possède la région située immédiatement au-dessus du pédoncule; la cavité circonscrite par cette partie du rachis peut être réduite à rien, de façon à maintenir la plénitude du sac pédonculaire.

La turgescence dure peu; lorsqu'elle a été utilisée, le liquide accumulé à l'extrémité inférieure reflue vers le sommet du rachis. La pénétration dans le fond sableux exige un temps assez long. Dans l'une de mes expériences, des Virgulaires placées dans les conditions indiquées ci-dessus, à 4 heures de l'après-midi, avaient leur pédoncule complètement enterré à 7 heures du soir; le lendemain matin, à 6 heures, l'extrémité seule du rachis restait encore visible. Il est nécessaire que, dans le récipient où l'on fait l'expérience, le niveau de l'eau dans le cristallisoir soit assez élevé pour que la partie non enfouie reste constamment baignée. Si l'on place ces Virgulaires sur le sable maintenu simplement humide, le pédoncule peut commencer la perforation, mais l'opération ne se poursuit pas pour le rachis qui conserve la position originelle et qui, autrement, se trouverait à sec, dès que la région polypifère, soutenue par son axe rigide, commencerait à se relever.

Si, avant que l'enfouissement soit complet, on abaisse graduellement et assez rapidement le niveau de l'eau, de façon à mettre à nu le sommet du rachis, on constate que la partie vivante se rétracte en glissant sur l'axe qui demeure à sec. Si la rétraction ne peut suivre la chute du niveau, la partie non immergée ne tarde pas à être mortifiée.

C'est le pédoncule qui joue le rôle essentiel dans l'enfouissement; si on le sectionne à un niveau quelconque ou si l'on pratique une incision dans sa paroi, l'animal mutilé reste inerte à l'endroit où il a été placé.

J'ai essayé à plusieurs reprises de réaliser, dans une certaine mesure, pour quelques-unes de ces Virgulaires, les conditions résultant du jeu normal des marées. Dans aucun cas, je n'ai pu observer de coïncidence entre le mouvement d'ascension de ces animaux complètement enfouis et l'élévation graduelle du niveau de l'eau dans le récipient, par plus que le mouvement en sens inverse dans le cas où le niveau de l'eau s'abaisse aussi lentement que dans la mer. En est-il ainsi dans la nature où les conditions biologiques sont tout autres? Je ne puis répondre à cette question. Malgré toutes les précautions prises, il est très difficile d'éviter, sans installation spéciale et surtout dans les climats torrides comme celui du Djibouti, l'élévation de température dans l'eau de mer des vases en expérience et l'on sait qu'une variation assez rapide de quelques degrés suffit à affaiblir singulièrement, sinon à tuer, une foule d'organismes marins.

Quoi qu'il en soit, il est hors de doute que la mobilité, chez ces animaux, est beaucoup plus grande que ne le soupçonnait Dalyell, qui, en dehors des mouvements propres des polypes, ne leur reconnaissait guère que la faculté de se rétracter en se tordant autour de leur tige axiale rigide.

ZOOLOGIE. — *Sur une forme nouvelle de Cirrhipède operculé* (Pyrgopsis Annandalei, *n. g.*, *n. sp.*). Note de M. A. **Gruvel**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

M. le Dr Annandale, Superintendant de l'*Indian Museum* de Calcutta, nous avait donné, l'année dernière, toute une collection de Cirrhipèdes operculés qu'il ne nous a été possible d'examiner que tout récemment.

Cette collection contient plusieurs espèces nouvelles et très intéressantes de *Verruca* et de *Balanus,* au sujet desquelles nous n'avons rien à dire ici.

Mais elle renferme en outre, ce qui présente beaucoup plus d'intérêt, une forme curieuse qui ne se rapporte à aucune de celles connues, bien que se rapprochant, à beaucoup de points de vue, du genre *Pyrgoma.*

Quand on examine un des échantillons par sa face supérieure, on trouve une muraille allongée dans le sens rostro-carénal, avec toutes les pièces soudées étroitement, sans trace de suture extérieure et un orifice, à peu près de même forme que la muraille, laissant apercevoir les pièces operculaires, parfaitement nettes, qui ferment complètement l'orifice du test.

Les scuta et terga d'un même côté se laissent séparer avec la plus grande facilité.

Les premiers sont allongés et étroits, les seconds triangulaires et peu développés.

Tous ces caractères s'appliquent également au genre *Pyrgoma*; mais, tandis que celui-ci possède une base calcaire nette, enchâssée plus ou moins dans la masse calcaire d'un madrépore qui la masque en grande partie, la forme nouvelle dont nous parlons se fixe librement sur son support par une base membraneuse bien développée, sans exagération cependant, et qui vient se rattacher à la périphérie de la muraille.

Non seulement la base est membraneuse, mais elle s'allonge pour former un véritable pédoncule qui prend, en partie du moins, les caractères histologiques de celui des Pédonculés normaux.

Il se développe, en effet, au-dessous de la cuticule chitineuse qui constitue son enveloppe extérieure, une couche musculaire formée par des faisceaux de fibres lisses, tout à fait identiques à celles des Pédonculés, mais avec un développement beaucoup plus restreint. La partie supérieure de cette sorte de pédoncule renferme une partie des

ovaires qui se développent ensuite dans l'espèce de calice qui forme la base véritable.

Le muscle adducteur des scuta est formé de fibres situées comme chez tous les Operculés, sauf le genre *Xenobalanus* Steenst.

Il n'y a ni branchies développées, ni appendices terminaux.

Le pénis est long et flexible, sans éperon à sa base.

On se trouve, en un mot, en présence d'un *Pyrgoma* pédonculé, et c'est pour cette raison que je propose de donner à cette forme nouvelle le nom de *Pyrgopsis*.

Nous avons montré ailleurs l'évolution régressive qui se manifeste chez les Pédonculés, en ce qui concerne l'appareil de protection du pédoncule, qui, d'abord complètement cuirassé, se dépouille peu à peu de son enveloppe rigide, de façon à devenir de plus en plus mobile. Ce caractère évolutif particulier se retrouve du reste dans des groupes beaucoup plus élevés que celui dont nous nous occupons actuellement, et il constitue un progrès véritable dans la biologie particulière des individus.

Ces phénomènes si nets chez les Cirrhipèdes pédonculés sont au contraire à peine indiqués chez les Operculés. On ne les rencontre, en effet, que dans le seul genre *Xenobalanus*, où la muraille, très atrophiée, ne protège plus qu'une partie extrêmement réduite du corps proprement dit de l'animal. Celui-ci s'est beaucoup développé, en dehors de son enveloppe calcaire, et a acquis un grand nombre des caractères propres aux Pédonculés.

Chez les *Pyrgopsis*, l'évolution a pris un caractère tout autre : la muraille est restée intacte, ainsi que les pièces operculaires, mais la base a perdu entièrement son enveloppe calcaire et, pour augmenter encore sa mobilité sur son support, la partie centrale de cette base membraneuse s'est allongée de façon à constituer une sorte de pseudo-pédoncule qui a pris, en partie, les caractères réservés jusqu'ici aux seuls Pédonculés, de la même façon que nous l'avons montré ailleurs pour les *Xenobalanus*.

En même temps que s'est produit l'allongement particulier à sa base, l'animal a quitté l'alvéole calcaire qui le protégeait chez les *Pyrgoma*, pour se fixer, sans aucun autre intermédiaire, directement sur son support, comme s'il s'agissait d'un Pédonculé véritable.

Nous ne pouvions mieux faire que de dédier la première espèce appartenant à ce genre nouveau, au savant Directeur de l'*Indian Museum*, qui a bien voulu nous charger de l'étude de son intéressante collection.

ANTHROPOLOGIE. — *Le préhistorique aux environs de Kayes (Soudan).* Note de M. Fr. de Zeltner, présentée par M. Edmond Perrier.

En examinant, après la saison des pluies, les berges du Sénégal et de ses affluents de la rive gauche, j'ai été amené à constater l'existence de nombreux gisements d'instruments préhistoriques, répartis entre Bagouko, à 60^{km} en amont de Kayes, et Alaïna, à 10^{km} en aval.

L'aspect de ces gisements est uniformément le même et ils sont faciles à distinguer de loin par la coloration rouge que présente l'alluvion en ces endroits et aussi par l'absence de végétation, qui tranche avec la brousse assez épaisse des alentours. Leur situation est également identique: ils sont toujours situés à la partie supérieure des berges. Quelquefois, mais plus rarement, sur leur flanc, lorsque la pente est très faible : parfois aussi ils sont placés au sommet d'une petite éminence, formant promontoire dans l'ancien lit du cours d'eau voisin.

Leur étendue est souvent assez grande et tel d'entre eux se développe sur une longueur de 500^m sur une largeur de 150^m.

Les instruments se trouvent épars à la surface du sol, et sont la plupart du temps répartis en groupes, suivant la nature de la roche dont ils sont formés: dans quelques cas ils sont complètement mélangés et il est impossible d'y distinguer une distribution basée sur la roche employée. Il semble donc que, tantôt nous soyons en présence de véritables ateliers, avec nucléi et percuteurs et tantôt nous ayons devant les yeux des vestiges d'habitations.

Si l'on examine les instruments en eux-mêmes, on est frappé d'abord par la diversité de leurs formes; il est impossible, sauf pour quelques cas, de les rapporter à nos types classiques européens. Il semble bien plus probable au contraire que nous sommes en présence d'éclats naturels, que des retouches judicieuses ont adaptés à des usages domestiques. Tels de ces instruments étaient sans doute emmanchés, d'autres tenus directement à la main ; mais dans l'un et l'autre cas, il est remarquable de voir avec quelle perfection ils se prêtaient aux services qu'on attendait d'eux.

La plupart de ces pièces sont taillées à grands éclats et c'est exceptionnellement qu'on en trouve qui sont travaillées des deux côtés. D'ailleurs, la nature de la roche employée à obligé les ouvriers préhistoriques à modifier leur technique suivant les cas : parfois la pierre se laissait enlever de longues lames dont l'utilisation pouvait être presque immédiate : d'autres fois, c'est à la suite d'un laborieux martelage qu'on arrivait à lui donner la forme voulue.

Les roches employées sont assez nombreuses et, à l'heure actuelle, abondent dans la région. C'est en première ligne le schiste, gris, verdâtre ou brun, plus ou moins compact, plus ou moins chargé de fer. Bien que sa dureté soit souvent très grande, il se prête mal aux retouches.

Il en est de même de certains grès à éléments très petits, qui ont fourni un certain nombre de pièces souvent volumineuses et taillées à grands éclats.

Au contraire, une quartzite rouge, extrêmement compacte, a permis d'obtenir des pièces bien retouchées, qui peuvent soutenir la comparaison avec les types européens.

Les minerais de fer à cassure nette, à grain très serré, qui abondent dans la région n'ont guère, sauf quelques exceptions, été utilisés que comme percuteurs.

D'autres roches ont également été employées, mais la détermination n'a pu en être faite.

Quant à leur emploi, nos pièces soudanaises semblent devoir être rangées presque toutes dans la catégorie des grattoirs ou racloirs. Rares sont les pointes de flèches, ainsi que les perçoirs. On peut considérer comme une hache un fragment de grès à faces parallèles dont le tranchant a été poli avec soin.

Je dois mentionner d'une façon spéciale deux fragments d'anneaux en schiste gris, dont le trou porte des stries parallèles dues au perforateur. Le perçage de la pierre est aujourd'hui inconnu dans la région de Kayes, et les anneaux de pierre ne se portent plus que dans le nord de la boucle du Niger ou chez les Touareg.

En ce qui concerne la date et l'origine à attribuer à ces instruments, il est bien difficile de se former une opinion : les traditions locales sont muettes, et aucun fossile n'accompagne les pierres taillées. Il est également hasardeux de les comparer aux silex provenant du lac Karar ou du Sahara, et aux pièces trouvées par M. Desplagnes dans les tumuli de la boucle du Niger. Toutefois certains grattoirs à bords épais et émoussés me rappellent nettement des pièces analogues rapportées par moi du Sômal.

Seules des fouilles méthodiques pourront faire cesser cette incertitude en amenant au jour les sépultures de la race inconnue qui peuplait aux âges préhistoriques la rive gauche du Sénégal. Il me suffit d'en avoir signalé l'existence.

PHYSIOLOGIE. — *Un procédé d'isolement à l'état de pureté des hématoblastes du sang*. Note de MM. **L. Le Sourd** et **Ph. Pagniez**, présentée par M. Bouchard.

On sait que, quand on centrifuge du sang incoagulable, ou qu'on l'abandonne simplement à la sédimendation, les globules blancs se disposent en une nappe à la surface des globules rouges, dont il est ainsi possible de les séparer.

Le procédé que nous allons décrire est basé également sur l'emploi de substances anticoagulantes et de la centrifugation. Voici comment nous avons opéré.

On prélève sur un lapin quelques centimètres cubes de sang qui sont reçus dans une quantité égale d'une solution isotonique de chlorure de sodium, additionnée d'oxalate de potasse. Le mélange est fait de manière à oxalater le sang dans la proportion de 2 pour 1000. Ce sang ainsi rendu incoagulable est soumis à une série de centrifugations et de soustractions successives (réalisées en enlevant avec une pipette les couches profondes du sédiment) destinées à obtenir la partie superficielle du dépôt, c'est-à-dire les leucocytes et les globules rouges immédiatement sous-jacents. Ce dernier culot de centrifugation est transvasé dans une pipette effilée dont l'extrémité a été fermée à la lampe. Après centrifugation de deux heures environ on constate dans l'effilure de ce tube une sédimendation parfaite, et telle qu'on observe la superposition de trois couches : l'une inférieure rouge, l'autre moyenne rosée, enfin une troisième, supérieure, absolument blanche et d'aspect velouté.

L'examen microscopique montre, comme on pouvait le penser, uniquement des hématies dans la partie rouge du culot, et des leucocytes mêlés de quelques globules rouges dans la partie rosée. Quant à la couche blanche superficielle, elle est composée, sur la plus grande partie de sa hauteur, *exclusivement* de très petits éléments qui, à l'état frais, se montrent serrés les uns contre les autres, réfringents, incolores, mesurant environ 1^{μ} à 2^{μ} chacun, de forme tantôt arrondie, tantôt allongée ou rameuse. Etalés sur lame et desséchés, ces petits corpuscules présentent les réactions colorantes, les dimensions, la forme, bref tous les caractères de ce qu'on a décrit sous le nom d'*hématoblastes* ou plaquettes sanguines. Au milieu de ces éléments, qui, innombrables, occupent tout le champ du microscope, on n'observe, quand les opérations ont été bien conduites, aucun élément étranger : globule rouge ou globule blanc. Notre constatation a eu le contrôle de M. J. Jolly.

Le procédé que nous venons de décrire permet donc d'obtenir chez le lapin à l'état de pureté les éléments désignés aujourd'hui sous le nom d'*hématoblastes*. Même résultat peut être obtenu, comme nous nous en sommes assuré, avec le sang humain. L'expérience réussit également en

remplaçant l'oxalate de potasse par le fluorure de sodium comme agent anticoagulant.

Cette technique met à même de constater que les hématoblastes, vus en masse et sur une certaine épaisseur, sont absolument incolores; elle établit de plus qu'ils se différencient par leur densité des autres éléments cellulaires du sang. D'autre part il sera facile, en opérant par comparaison au moyen d'un tube gradué, d'estimer le volume, et probablement le nombre des plaquettes contenues dans une quantité déterminée de sang, comme on apprécie par l'hématocrite la quantité des hématies. Nous avons pu constater chez un lapin, soumis quelques jours avant à une forte saignée, une quantité à peu près double de celle obtenue d'un lapin témoin.

Enfin, indépendamment des recherches d'ordre purement histologique, nous espérons qu'à un autre point de vue la méthode d'isolement que nous venons de décrire permettra de préciser quelques points du rôle biologique joué par les hématoblastes, et en particulier l'importance de leur intervention dans les processus de la coagulation, de la rétraction du caillot et de la rénovation sanguine.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur l'électricité animale.*
Note de MM. **Girard** et **Victor Henri**, présentée par M. Dastre.

I. *Discussion générale.* — Lorsqu'on détermine le courant de repos et le courant d'action d'un tissu vivant quelconque, par exemple d'un muscle, on réunit au moyen de deux électrodes impolarisables, identiques entre elles, deux points A et B du tissu et l'on intercale dans le circuit un appareil de mesure : galvanomètre ou électromètre capillaire. La différence de potentiels mesurée ainsi représente la somme algébrique des différences de potentiel : 1° entre l'électrode et le point A du tissu; 2° entre le point B du tissu et la deuxième électrode; 3° l'ensemble des différences de potentiels entre les différentes parties successives du tissu, situées entre les points A et B.

On admet généralement que les deux premières différences de potentiels sont égales entre elles et de signe contraire, de sorte qu'elles s'éliminent dans la somme totale; on en déduit donc que la différence de potentiels mesurée représente réellement la différence de potentiels qui existe entre les deux points A et B du tissu.

Cette hypothèse fondamentale qui constitue la base de toutes les recher-

ches d'électricité animale, ne pourrait être vraie que dans le cas où les deux points A et B seraient identiques entre eux, tant au point de vue de leur structure qu'à celui de la concentration et de la nature des électrolytes qui s'y trouvent. Comme en réalité nous savons qu'il existe presque toujours des différences entre les deux points A et B du tissu, nous pouvons affirmer que les différences de potentiels entre les deux électrodes et les deux points A et B ne sont pas égales entre elles, elles ne peuvent donc pas s'éliminer complètement.

Pour déterminer la part qui est inhérente aux électrodes dans la différence de potentiels mesurée et pour la réduire à son minimum, deux méthodes générales peuvent être employées : 1° il faut mesurer les différences de potentiels en faisant varier le liquide des électrodes impolarisables; 2° il faut faire des mesures avec des électrodes dont le liquide se rapproche le plus possible des liquides qui baignent le tissu étudié.

La première méthode appliquée aux muscles et aux membranes animales montre que la différence de potentiels mesurée varie et de grandeur et même de signe lorsqu'on remplace dans les électrodes impolarisables la solution à 8 pour 1000 de NaCl par des solutions d'autres électrolytes. Ce résultat qui avait déjà été obtenu par plusieurs auteurs ne peut pas être interprété d'une façon simple, puisque la solution employée provoque en général une altération plus ou moins profonde du tissu vivant.

La deuxième méthode nous conduit à abandonner la solution de NaCl comme liquide des électrodes; cette solution est en effet toxique pour tous les tissus vivants, ainsi que l'a montré Lœb. Il faut donc dans le cas de Vertébrés prendre comme liquide des électrodes le sérum de l'animal lui-même ou un liquide qui s'en rapproche beaucoup et, dans le cas des animaux marins invertébrés, prendre l'eau de mer comme liquide des électrodes, puisque la teneur en électrolytes des liquides et tissus de ces animaux est presque identique à celle de l'eau de mer.

II. *Expériences sur les animaux marins.* — Nous avons fait un grand nombre de mesures sur les différents muscles, membranes et les cœurs des animaux suivants :

Beroe ovata, Holoturia tubulosa, Stichopus regalis, Strongylocentrotus lividus, Spatangus purpureus, Carcinus maenas, Carrugatus, Homarus vulgaris, Aplysia, Octopus vulgaris, Salpa africana, Scyllium caniculatum, Anguilla.

Les électrodes étaient formées de tubes recourbés remplis d'eau de mer, à l'une des extrémités une mèche imbibée d'eau de mer était mise en contact avec le tissu vivant, et dans l'autre extrémité du tube plongeait le bec d'une électrode normale ordinaire au KCl $\frac{1}{10}n$, HgCl, Hg. A titre de com-

paraison et de contrôle, nous faisions souvent, avec le même dispositif, des mesures sur les muscles, le cœur et la peau de grenouille.

Résultat général. — Le résultat général qui ressort de toutes ces expériences est que : *le courant de repos et le courant d'action des muscles, cœurs et membranes de tous les animaux marins étudiés, sont extrêmement faibles.* Au lieu des 30 à 50 millivolts que l'on obtient chez la grenouille, on n'obtient que des différences de potentiels de 2 à 8 millivolts; souvent même ces différences de potentiels étaient encore plus faibles.

Nous croyons que l'on doit attribuer cette faiblesse des phénomènes électriques chez les animaux marins à la grande concentration saline de l'eau de mer et des tissus de ces animaux. L'abaissement cryoscopique est, en effet, égal, chez ces animaux à 2°,24 (à Villefranche-sur-Mer), tandis que les liquides et tissus de la grenouille ont un abaissement cryoscopique égal environ à 0°,60. Comme, d'autre part, la force électromotrice des piles liquides dépend, non pas des différences absolues entre les concentrations, mais de leurs différences *relatives*, il en résulte que la même différence absolue entre les concentrations des liquides, qui composent les différentes parties d'un tissu vivant, donnera lieu chez l'animal marin à une différence potentielle bien plus faible que chez un animal terrestre.

Conclusions. — Il résulte de la discussion générale de la question et de nos expériences que, pour la production et l'intensité des phénomènes électriques dans les tissus vivants, trois facteurs principaux interviennent :

1° Concentration globale en électrolytes des liquides et tissus vivants étudiés.

2° Variation de concentration, apparition d'électrolytes nouveaux et dissymétrie de distribution des concentrations d'électrolytes dans le tissu étudié.

3° Variations de perméabilité des membranes pour les différents ions et formation des combinaisons d'absorption entre les colloïdes des tissus et les ions des électrolytes qui les baignent.

PHYSIOLOGIE. — *Rôle des éléments cellulaires dans la transformation de certains hydrates de carbone par le suc intestinal.* Note de MM. **H. Bierry** et **A. Frouin**, présentée par M. Dastre.

On admet généralement que le suc intestinal est capable de transformer divers hydrates de carbone : amidon, maltose, saccharose.

Les auteurs qui ont établi ces faits ont employé soit le suc de fistules temporaires, soit, le plus souvent, le produit de la macération intestinale. On peut se demander d'une part, si en raison du traumatisme opératoire, de l'excitation et des troubles circulatoires causés par les ligatures de l'intestin, le suc de fistules temporaires présente le caractère de la sécrétion normale; et d'autre part si des propriétés des macérations d'un organe on peut conclure aux propriétés physiologiques de sa sécrétion. Enfin pour ce qui a trait à l'action diastasique elle-même, si les résultats n'ont pas été modifiés par la présence des microbes.

Nous avons repris cette question de l'action du suc intestinal sur différents hydrates de carbone en nous servant de la sécrétion fournie par des animaux porteurs de fistules permanentes de Thiry intéressant le duodénum et le jéjunum; les animaux étaient soumis à un régime mixte de viande et de pain.

L'un de nous a établi antérieurement que ces animaux fournissent une sécrétion spontanée qui est en rapport avec la période digestive et qui se manifeste avec le maximum d'intensité 4 à 7 heures après le repas [1]. On peut même diviser la période sécrétoire en deux phases. Dans les deux ou trois premières heures qui suivent le repas, le liquide qui s'écoule de l'anse isolée est limpide et renferme à peine quelques débris cellulaires; tandis que dans les heures suivantes le suc sécrété est trouble, épais, et contient beaucoup d'éléments cellulaires provenant de la desquamation de la muqueuse intestinale.

Le liquide clair, alcalin, qui s'écoule au début de la période sécrétoire correspond à la sécrétion physiologique; tandis que le suc trouble de la deuxième période renferme des débris cellulaires expulsés par les contractions de l'anse isolée. Il suffit en effet de faire au préalable des lavages de l'anse intestinale isolée, pour obtenir en général, pendant toute la période sécrétoire, un suc ne renfermant pas ou renfermant peu de débris cellulaires.

Pour l'étude des propriétés diastasiques, les différents sucs sont recueillis au fur et à mesure de leur écoulement dans un tube de verre entouré de glace.

Le liquide clair, débarrassé des quelques éléments cellulaires qu'il renferme par centrifugation et filtré sur bougie Berkefeld, est capable d'hydrolyser le maltose et le maltose seulement.

Bien que généralement les diastases hydrolysantes agissent mieux en milieu acide,

(1) C. Delezenne et A. Frouin, *La sécrétion physiologique du suc intestinal. Action de l'acide chlorhydrique sur la sécrétion duodénale* (*Soc. de Biol.*, t. LVI, p. 319). — A. Frouin, *Ibid.*, t. LVI, p. 417 et 461.

on ne modifie pas notablement le pouvoir hydrolysant du suc clair sur le maltose et on ne le rend pas actif vis-à-vis d'autres hydrates de carbone par neutralisation ou acidification.

A l'encontre du liquide clair, le liquide trouble fourni pendant les dernières heures de l'activité sécrétoire, centrifugé et filtré dans les mêmes conditions, possède encore d'autres actions diastasiques vis-à-vis des hydrates de carbone : non seulement il dédouble le maltose, mais il transforme l'amidon en glucose et il intervertit le saccharose et le tréhalose [1].

La différence d'action de ces deux sortes de sucs doit donc s'expliquer par la macération des cellules exfoliées dans le liquide sécrété; en effet, si l'on fait macérer pendant 6-12 heures, dans l'eau salée ou l'eau distillée à basse température, les cellules séparées par centrifugation du suc épais, on obtient des liqueurs qui après filtration sur bougie possèdent toutes les propriétés diastasiques du suc trouble, c'est-à-dire qu'elles sont capables d'hydrolyser le maltose, le tréhalose, le saccharose, et de transformer l'amidon en sucre. On remarque en outre que l'activité diastasique de la macération faite dans l'eau salée est plus grande que celle de la macération faite dans l'eau distillée. Ce résultat permet deux hypothèses : ou bien le sel facilite la diffusion des diverses diastases, ou bien il favorise l'activité diastasique elle-même.

Pour résoudre la question nous avons dialysé le suc intestinal trouble après centrifugation et filtration, comparativement en présence de NaCl à 9,5 pour 1000 et d'eau distillée.

Le suc dialysé en présence de NaCl conserve toutes ses propriétés diastasiques; tandis que le suc dialysé en présence d'eau distillée perd le pouvoir de saccharifier l'amidon et d'intervertir le saccharose.

Il suffit d'ajouter au suc dialysé sur eau distillée de petites quantités de sels tels que NaCl, KCl, $CaCl^2$, pour qu'il manifeste de nouveau une activité diastasique sur l'amidon et sur le saccharose. La sucrase et l'amylase du suc intestinal ne peuvent donc agir qu'en présence de sels.

Nous pouvons donc conclure de ces faits que :

1. Le liquide clair qui s'écoule de l'anse isolée représente la sécrétion physiologique, puisqu'il est possible, après des lavages répétés de l'anse intestinale, d'obtenir du suc clair pendant toute la période sécrétoire.

2. Le suc intestinal contient seulement de la maltase.

---

[1] Le tréhalose nous a été obligeamment fourni par M. le Pr Maquenne auquel nous adressons tous nos remerciements.

3. Les autres diastases qu'on y rencontre : amylase, sucrase, tréhalase proviennent de la désintégration des cellules épithéliales ou de la diffusion de leur contenu.

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur le problème dit du* travail statique. Note de M. **Ernest Solvay.**

La Note de M. Chauveau (*Comptes rendus,* 30 avril 1906) me suggère les remarques qui suivent destinées à éclairer et à compléter mes Notes antérieures sur le travail statique.

Vers 1893, je songeai à aborder, de concert avec un officier distingué de l'armée belge, des questions d'aviation. Je constatai, dès le début, l'importance extrême que présente le problème dit du *travail statique* au point de vue de recherches de cette nature et je dus me résoudre à l'étudier en principe avant de m'engager dans la voie expérimentale. Ce sont les résultats de cette étude qui ont fait l'objet des Notes publiées dans les *Comptes rendus* des 24 mai et 27 juin 1904, 15 mai et 26 juin 1905. J'ai pensé que ces résultats seraient de nature à mettre fin à l'interminable désaccord de fond existant sur ce sujet entre les mécaniciens et les physiologistes; c'est du moins le but que je poursuivis exclusivement et en dehors de toute question d'antériorité.

La méthode que j'ai suivie consiste essentiellement à considérer qu'une masse M ne prend *effectivement* le caractère d'un poids, se multipliant alors par g, que lorsqu'on empêche sa chute, la qualité de *poids* disparaissant subitement pour faire place à celle de *masse en mouvement* aussitôt que la chute se produit réellement. Et c'est lorsque la chute est empêchée par l'action antagoniste d'un jet fluide continu équivalent agissant directement ou indirectement pour sustenter le poids, que celui-ci prend le plus exactement son caractère de *masse en chute virtuelle,* c'est-à-dire de poids nécessairement associé au *temps du jet* $\theta = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ou à un multiple de ce temps et représentant ainsi une somme de quantités de mouvement *potentielles* égale à la somme des quantités de mouvement *effectives* produites par le jet pendant le même temps. Par suite, ayant nécessairement $m\theta = \mathrm{M}$, m étant la masse débitée pendant l'unité de temps et v la vitesse du jet, on obtient les identités :

$$\mathrm{M}g.\theta = mv.\theta = m\theta g.\theta.$$

C'est en partant de cette notion fondamentale que j'ai pu établir qu'une sustentation donnée peut s'obtenir avec des jets d'énergie quelconque,

mais que, pour des jets de même vitesse, il existe nécessairement un rapport de proportionnalité entre l'énergie des jets et la valeur du poids sustenté.

On arrive à la même conclusion si, au lieu de jets fluides, on envisage des courants électriques produisant une sustentation électromagnétique : il n'existe de rapport de proportionnalité entre l'énergie électrique en jeu et la sustentation produite que si l'on a affaire à des courants électriques de même force électromotrice pour tous les cas.

Si enfin la sustentation s'effectue par l'action de muscles en état de contraction et si l'on admet que ces appareils, à la façon du muscle artificiel de d'Arsonval, sont actionnés par un courant électrique, ce rapport de proportionnalité subsistera à la condition que ce courant soit toujours de même force électromotrice. Et c'est dans le sens de l'existence de ce rapport que M. Chauveau interprète les résultats de ses nombreuses expériences.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la sensibilité de la rétine pour les radiations lumineuses.* Note de M. **Milan Štefánik**, présentée par M. J. Janssen.

Dans mes Notes précédentes j'ai attiré l'attention sur les avantages procurés par l'emploi des écrans colorés dans les études spectrales, parce que j'ai pu constater une loi générale, qui est que les écrans colorés, en absorbant la lumière parasite, favorisent la visibilité et la netteté de la portion du spectre qui les traverse ([1]). J'ai ajouté que M. Janssen a reconnu, en 1869, que les protubérances étaient mieux visibles lorsqu'il utilisait des écrans colorés.

Au cours de mes recherches bibliographiques, j'ai trouvé qu'il a été fait aussi d'autres tentatives dans cette voie.

Ed. Becquerel, dans son excellent Ouvrage *La lumière, ses causes et ses effets* (t. I, 1867, p. 130), recommande la méthode de Fraunhoffer : se servir d'un verre coloré en bleu par le cobalt afin de voir nettement le dédoublement de la raie A.

Cet écran était connu aussi par Melloni et, paraît-il, par Mathiessen en 1844; il fut employé plus tard par Brewster.

Mais ces auteurs n'ont pas tiré des écrans tous les avantages qu'ils peuvent donner

---

([1]) La visibilité maximum est obtenue lorsque l'écran ne se laisse traverser que par une bande étroite du spectre.

pour les observations oculaires, puisque Ed. Becquerel déclare, comme résumé de ses travaux, que *la vision directe ne permet d'étendre que très peu le spectre au delà de* A. Il déclare aussi, une année plus tard, que malgré l'absorption causée sur les rayons infra-rouges par les milieux de l'œil, il passe encore assez de ces rayons pour influencer la rétine « *si celle-ci était sensible à leur influence;* comme le spectre lumineux se limite au rouge extrême un peu en deçà de la raie A, il faut donc admettre qu'au delà d'une certaine longueur d'onde l'œil ne peut plus percevoir les impressions dues à la transmission du mouvement des molécules éthérées ». (*La lumière, ses causes,* etc., t. II, p. 340.)

Il est donc clair que Ed. Becquerel pose *la limite* de sensibilité de la rétine pour les radiations extrême rouge *un peu au delà de la raie* A.

Il ne paraît pas que l'on ait depuis mis en doute cette affirmation, puisque l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* indique, comme limite du spectre visible, λ 7950. (1906, p. 556.)

J'ai signalé que l'emploi d'un écran convenable recule cette limite jusqu'à environ 1μ (1).

Les propriétés des écrans ci-dessus indiqués pouvaient faire supposer *a priori* qu'ils favoriseraient également l'observation du spectre ultra-violet.

En effet, un écran, au violet d'aniline par exemple, a permis d'observer facilement, avec le même spectroscope à pièces optiques de verre, jusqu'à λ 3830 (L.), tandis que sans écran la limite est environ λ 3930, limite d'ailleurs indiquée par l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*.

Lorsqu'on emploie l'écran coloré, la partie H et K est extrêmement brillante, et il reste encore assez de lumière diffuse violette pour gêner l'observation au delà de la limite observée.

Le spectre jusqu'à λ 3830 est dans ces conditions si clairement visible que toutes les raies peuvent en être mesurées.

Les résultats photographiques, obtenus par M. Millochau avec le même appareil, ont montré que les limites photographique et visuelle sont les mêmes. Il résulte donc de ces expériences, que la rétine s'est trouvée sensible pour toutes les radiations lumineuses que laisse passer le spectroscope.

L'emploi d'instruments moins absorbants pour les rayons extrêmes permettra probablement de reculer encore les limites connues de la sensibilité de la rétine.

Cette méthode simple est à recommander pour l'étude spectrale du spectre de la chromosphère et de celui de la couche renversante qui sont encore inconnus dans la région infra-rouge, puisqu'il est démontré que l'œil peut percevoir assez facilement ces radiations.

---

(1) Mes études ont été faites avec un spectroscope à pièces optiques de verre.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le rôle du chlorure de sodium dans l'imprégnation histologique des tissus par l'argent.* Note de MM. **Ch. Achard** et **M. Aynaud**, présentée par M. Lannelongue.

L'imprégnation des espaces intercellulaires par l'argent, suivant la technique bien connue en histologie, a été attribuée à la réduction du métal sous l'influence des actions électro-capillaires étudiées par Becquerel. Récemment M. Quinton a émis l'opinion qu'elle était due à la présence du chlorure de sodium dans les espaces intercellulaires et à la formation d'un précipité de chlorure d'argent qui noircit à la lumière.

Cette action du chlorure de sodium ne nous paraît pas douteuse. En effet, l'imprégnation n'est plus possible lorsqu'on a déchloruré le liquide intercellulaire en immergeant la membrane dans une solution de sulfate de soude ou de sucre à un taux de concentration inoffensif pour les cellules. Mais elle redevient facile si l'on rechlorure ensuite la membrane en la plongeant dans une solution salée au taux physiologique, avant de faire agir le sel d'argent. On obtient alors, avec presque autant de netteté que sur une pièce fraîche, le dessin en noir des contours cellulaires, dont les solutions conservatrices de sulfate et de sucre ont respecté l'intégrité.

La même démonstration est applicable à une série d'images histologiques fournies par l'imprégnation d'argent. Ainsi la réduction du métal par la substance fondamentale du cartilage, l'apparition dans les tubes nerveux à myéline des croix latines au niveau des étranglements annulaires, celle des stries de Fromann sur le cylindre-axe sont liées à l'imbibition des éléments par un liquide salé.

Dans les conditions physiologiques, c'est le chlorure de sodium contenu naturellement dans les tissus qui donne lieu à la réaction. Mais, dans les conditions artificielles de l'examen histologique, on peut, dans le liquide d'imbibition, substituer au chlorure de sodium d'autres chlorures ou même d'autres sels comme les bromures et iodures qui forment avec l'argent un précipité noircissant à la lumière.

Ces faits n'éclairent pas seulement le mécanisme histo-chimique de l'imprégnation d'argent. Ils donnent aussi la raison de certains insuccès de ce procédé technique, qui résultent d'une déchloruration accidentelle des tissus, et en même temps ils fournissent le moyen de les éviter. Ils nous paraissent encore susceptibles de quelques applications à l'anatomie pathologique. Enfin ils contribuent à préciser la physiologie générale des milieux vitaux, car la facilité avec laquelle les liquides intercellulaires se

laissent déchlorurer et rechlorurer montre bien l'activité des échanges osmotiques dans le domaine de la circulation interstitielle, annexe et prolongement physiologique de la circulation canalisée.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Méthode de recherche du fer dans les tissus vivants.* Note de M. A. MOUNEYRAT, présentée par M. H. Moissan.

L'étude des mutations du fer a fait, de la part des chimistes et des physiologistes des divers pays, l'objet d'un très grand nombre de recherches. Sans vouloir entrer ici dans de longs détails au sujet de la bibliographie énorme de cette question, nous rappellerons en France les travaux de M. Dastre et de M. Lapicque.

Malgré cependant une bibliographie considérable, une grande incertitude règne au sujet de nos connaissances biologiques de ce métal, et l'on ignore, en particulier, par quel mécanisme le fer passe de l'état minéral à l'état biologique et inversement. Ayant fait connaître une méthode extrêmement sensible de recherche qualitative du fer, j'ai pensé qu'il était tout d'abord nécessaire de savoir si ce métal est indispensable ou non à la vitalité des cellules; autrement dit, s'il constitue ou non un élément normal de toute cellule vivante. Or, les diverses méthodes de destruction des tissus, employées jusqu'ici, ne permettent pas de trancher cette question ; car dans tous ces procédés on introduit accidentellement du fer par les réactifs.

Dans cette Note je désire faire connaître un procédé de destruction des tissus, en vue de la recherche du fer, dans lequel tout apport accidentel de métal est évité.

Ce procédé est basé sur la transformation des matières minérales de ces tissus en sulfates et la destruction du charbon, au rouge dans une capsule de platine, à l'aide d'un courant d'oxygène pur.

Pour mettre en œuvre cette méthode il faut commencer par se procurer de l'acide sulfurique *absolument exempt de fer.*

J'y suis arrivé en soumettant à une série de distillations fractionnées l'acide sulfurique pur et concentré du commerce, rejetant les premières et dernières portions, qui passent, pour ne recueillir que les fractions intermédiaires. Ayant ainsi de l'acide sulfurique pur, j'ai préparé de l'acide chlorhydrique également exempt de fer. Pour cela on prend du chlorure de sodium pur qu'on soumet à une série de cristallisations fractionnées jusqu'à ce qu'on ait un sel absolument exempt de fer. C'est ce sel purifié

qui, traité par l'acide sulfurique, précédemment obtenu, m'a fourni de l'acide chlorhydrique débarrassé de toute trace de fer.

En possession de ces deux acides voici comment on procède :

Les tissus, 20^g à 50^g, finement divisés à l'aide d'un couteau de platine, sont séchés, dans une capsule également de platine, à l'étuve à 120°-130°, puis additionnés d'environ le dixième de leur poids d'acide sulfurique purifié, qu'on chasse à feu nu. La masse est lessivée à l'eau distillée, afin d'enlever la plus grande partie des sels. Le résidu noir, non dissous, est de nouveau additionné d'acide sulfurique qu'on chasse à feu nu, on lessive de nouveau et le charbon résiduel chauffé au rouge dans la capsule est rapidement brûlé à l'aide d'oxygène pur provenant d'une bombe. Le contenu de la capsule, dissous dans l'acide chlorhydrique purifié, est ajouté aux lixiviations antérieures et cette solution sert à la recherche et au dosage du fer.

Durant ces destructions, il est indispensable de se placer, ainsi que l'a indiqué M. Lapicque (sur les mutations du fer chez les Vertébrés), dans une salle dont tous les objets en fer sont recouverts de peinture.

La méthode de destruction des tissus que je viens d'indiquer peut servir à la recherche de tous les métaux dont les sulfates ou oxydes sont stables à la température du rouge.

MICROBIOLOGIE. — *Étude sur la transmissibilité de la tuberculose par la caséine alimentaire.* Note de M. **Marcel Guédras.**

Les recherches du D^r Calmette démontrant la virulence du lait d'origine tuberculeuse, après ébullition ou stérilisation, m'ont incité à rechercher si les aliments, destinés aux enfants, que l'on trouve dans le commerce sous les noms les plus divers et dont la base est la caséine du lait, ne sont pas, eux aussi, des agents de transmission de la tuberculose. Si l'on prend du lait de vaches tuberculeuses, qu'on le passe à l'écrémeuse centrifuge, puis que l'on traite le petit-lait pour en extraire la caséine, en se plaçant dans les mêmes conditions que le traitement industriel, après dessiccation de la caséine obtenue, on préparera l'un des principaux produits alimentaires connus.

On constate que la caséine sert de véhicule aux germes tuberculeux.

Si l'on fait une dissolution de cette caséine alimentaire dans de l'eau stérilisée, que l'on en fasse absorber à des cobayes sains, on constate, comme le D^r Calmette l'a déjà constaté lors de ses expériences avec du lait stérilisé de provenance tuberculeuse, que les cobayes succombent entre le

37e et le 38e jour. Chez des cobayes auxquels on a fait ingérer des bacilles tuberculeux secs puis, 15 jours après, la solution de caséine alimentaire tuberculeuse, on constate un amaigrissement rapide puis la mort survient vers le 40e ou le 41e jour.

Les bacilles tuberculeux résistent donc aux différentes manipulations qui ont présidé à la préparation de la matière protéique du lait (précipitation par un acide, redissolution par un alcali, nouvelle précipitation, dessiccation, etc.).

Il y a donc lieu de n'employer pour la préparation des produits alimentaires caséinés ou donnés au public comme étant à base d'albuminoïdes du lait, que des caséines provenant de lait exempt de germes tuberculeux.

On ne saurait trop attirer l'attention des hygiénistes sur les différents produits que l'on trouve dans le commerce, désignés sous des noms différents, qui sont destinés aux enfants et qui ont pour base la caséine, aliment riche et précieux mais qui peut être dangereux.

La caséine desséchée à basse température reste le véhicule des bacilles de Koch.

GÉOLOGIE. — *Sur l'extension de l'invasion marine du Sparnacien supérieur aux environs de Paris.* Note de M. **Paul Combes** fils.

La première phase du dépôt de l'Argile plastique, dans la région parisienne proprement dite, s'est effectuée dans l'eau douce.

Le « conglomérat de base », que l'on y rencontre sur une étendue assez considérable, ne renferme, à tous ses niveaux, que des genres dulceaquicoles : *Unio, Physa, Paludina, Trionyx, Crocodilus*, etc. ; ou terrestres : *Gastornis, Coryphodon, Pachyhyæna*, etc.

La masse d'argile azoïque qui recouvre ce conglomérat semble également s'être déposée sous le même régime.

Jusqu'à ces dernières années, aucune faune n'avait été rencontrée dans les *Sables* dits *d'Auteuil*, séparant l'argile plastique proprement dite des *fausses glaises*, ce qui rendait hypothétiques les conditions dans lesquelles ces sables s'étaient stratifiés, lorsque, au mois de juin 1905, M. L. Cayeux a annoncé, ici même (1), la présence d'une faune saumâtre dans les sables

(1) L. Cayeux, *Existence d'une faune saumâtre dans les sables de l'argile plastique d'Issy (Seine)* (*Comptes rendus*, t. CXL, 26 juin 1905, p. 1728).

de l'argile plastique, à Issy; cette faune se compose de *Cyrena* (*Corbicula*) *cuneiformis* Fér., *Cyrena, Potamides* et *Mesalia* sp.

Peu après, j'ai signalé (¹) la découverte d'une faunule marine à *Ditrupa* et *Membranipora* Blainv., dans des puits creusés rue des Vignes, n° 23, à Passy, où l'on a atteint ces mêmes sables à l'altitude de 36^m.

Enfin, au début de cette année, M. P.-H. Fritel a publié (²) la découverte qu'il a faite des Sables d'Auteuil à Arcueil (Seine), et la présence dans leur masse de galets avellanaires en silex pyromaque et de bois de conifères perforés par *Teredina* cf. *Oweni* Desh., ce dernier fossile accusant, sans nul doute, la présence d'un littoral marin.

Ces trois observations constatent la présence, à l'époque du dépôt des Sables d'Auteuil, d'une mer sparnacienne s'étendant jusqu'au sud de Paris et dont on retrouve soit le littoral, couvert de lagunes, soit des estuaires dans les carrières d'Issy et d'Arcueil.

Une partie des fausses glaises qui surmontent les Sables d'Auteuil s'est déposée dans la dépression parisienne, alors que continuait à se faire sentir l'influence des eaux marines.

Cependant, cette mer est en régression sur celle qui l'a précédée; en effet, le point le plus méridional où sa présence ait été constatée est Auteuil, où les lignites supérieurs m'ont fourni des Cyrènes (rue Mozart).

Le sondage de Fouilleuse (³), près du Mont-Valérien, a rencontré, à la partie supérieure de l'argile plastique, une couche ligniteuse, à faune fluvio-marine, qui existe, avec les mêmes caractères, à Conflans-Sainte-Honorine.

Enfin, vers Port-Marly et Saint-Germain, les fausses glaises renferment les fossiles fluvio-marins, caractéristiques des Lignites du Soissonnais. Hébert, après Brongniart, les a étudiées dans les fondations du viaduc, au Val-Saint-Léger. Voici la liste, incomplète, des espèces constituant cette faunule : *Lepidotus Maximiliani* Agass., comm., *Cerithium* (*Potamides*) *funatum* Mant., c., *Melania* (*Melanatria*) *inquinata* Defr., rare, *Melanopsis bucci-*

(¹) Paul Combes fils, *Découverte dans les sables d'Auteuil d'une faunule marine* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4ᵉ série, t. V, 1905, p. 745).

(²) P.-H. Fritel, *Sur la présence des « Fausses glaises » dans la banlieue sud-est de Paris* (*Bull. du Muséum d'Hist. nat.*, n° 1, janvier 1906, p. 69-71. Voir aussi : *Ibid., Le Naturaliste*, 1ᵉʳ avril 1906, n° 458, p. 77-78, 2 fig.).

(³) G.-F. Dollfus et G. Ramond, *Le chemin de fer des Moulineaux* (*Bull. de la Soc. d'Études scient. de Paris*, 1889, p. 71 à 81).

noidea Fér., r., *Paludina* sp. frag., r., *Cyrena* (*Corbicula*) *cuneiformis* Fér., r., *C.* (*C.*) *antiqua* Fér., r., *Cyrena* (*Tellinocyclas*) *tellinella* Desh., r., *Corbula* (*Agina*) *Arnouldi* Nyst., c., *Ostrea sparnacensis* Defr., r. *O. bellovacensis* Lk., c. ([1]).

L'importance qui s'attache à la connaissance de l'extension et de la faune des eaux marines du Sparnacien supérieur est d'autant plus considérable que l'individualisation de cet étage a été contestée; c'est ainsi que M. Leriche avait proposé de réunir le Sparnacien au Thanétien pour en faire l'étage landénien, en se basant sur l'identité des formes animales fossiles et sur l'absence prétendue d'un épisode marin bien constaté.

Avec M. Dollfus ([2]), nous n'acceptons pas cette manière de voir que contredisent les faits suivants : 1° Etablissement d'un régime continental entre le Thanétien et le Sparnacien à l'époque des conglomérats de Meudon et de Cernay; 2° Extension d'une mer, *avec fossiles spéciaux*, du Soissonnais jusqu'au sud de Paris, aux époques des Sables d'Auteuil et des lignites supérieurs; 3° Faunes d'eau douce *spéciales* de Cuvilly et de Graûves; 4° Différenciation sensible de la flore d'une époque à l'autre.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence du Crétacé dans les schistes d'Oran.* Note de MM. **Ficheur** et **Doumergue**, présentée par M. Michel Lévy.

Les schistes du massif d'Oran ont donné lieu à diverses interprétations et ont été successivement attribués, dans l'ensemble ou partiellement, aux terrains primaire, triasique, jurassique, éocrétacique par les différents auteurs (Renou, Pomel, Bleicher, etc.) qui les ont étudiés. Cette série complexe et fortement plissée a été, en dernier lieu, subdivisée par M. L. Gentil qui, dans son important travail sur la Tafna ([3]) reconnaît des assises se rapportant au primaire (Silurien?), au Lias supérieur, au Callovien (schistes à posidonies) et à l'Oxfordien.

Les recherches poursuivies par l'un de nous, dans les schistes des Plan-

---

([1]) G.-F. Dollfus, *Congrès géologique de Berlin*, 1885.

([2]) G.-F. Dollfus, *Critique de la classification de l'Eocène inférieur* (Lettre à M. Maurice Leriche) (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXIV, p. 373, séance du 6 décembre 1905).

([3]) L. Gentil, *Esquisse stratigraphique et pétrographique du bassin de la Tafna*, Alger, 1902.

teurs d'Oran, avaient permis, dès novembre 1898, de réunir une faune d'Ammonites caractérisant l'Oxfordien à *Cardioceras cordatum* (1), et de fixer les caractères lithologiques de cette assise. De nouveaux gisements de cet horizon ont été reconnus depuis en plusieurs autres points (Roseville, Bou-Sfer, etc.) et tout récemment des *posidonies* avec un *perisphinctes* ont été extraits des schistes sur le sentier de la Corniche du port d'Oran (jardin Welsfort). Une donnée nouvelle vient de se préciser, au cours des études poursuivies pour l'établissement de la feuille géologique détaillée d'Oran, par la découverte d'une faune du Crétacique inférieur. Les fossiles recueillis par l'un de nous ont été étudiés à l'École des sciences d'Alger, et les faits constatés ont été contrôlés sur place par des observations communes.

Dans le Djebel-Ahoun, entre Misserghin et Bou-Sfer, sur les flancs du Chabet Dahlia, des schistes calcaires jaunes, feuilletés, veinés de calcite, ont fourni une faune assez abondante d'ammonites pyriteuses, généralement de très petite taille, souvent déformées, parmi lesquelles on reconnaît : *Phylloceras Rouyi* d'Orb., *Phyll. serum* Oppel, *Ph.* cf. *Ernesti* Uhlig, *Lytoceras* cf. *crebisulcatum* Uhl., *Lyt.* cf *quadrisulcatum* d'Orb., *Lyt.* cf. *Jauberti* d'Orb., *Desmoceras* cf. *getulinum* Coq., *Holcodiscus algirus* Sayn, *Holcod.* cf. *Astieriformis* Sayn, *Macroscaphites* cf. *Ficheuri* Sayn, *Leptoceras Cirtæ* Coq., de nombreux fragments d'*Aptychus*, de Belemnites (*Duvalia*) et de petits bivalves pyriteux : *Leda* sp., *Nuculana Ouachensis* Coq., etc.

Cette faune présente des affinités incontestables avec celle du *Barrémien* des Ouled-Ali (environs de l'Oued-Imbert) et celle du Djebel-Ouach. L'état de conservation des échantillons sur des fragments de schistes jaunâtres rappelle absolument les fossiles signalés par Pomel (2) à Arzeu, avec des plaquettes à Orbitolines. Les assises d'Ahoun s'étendent vers l'Ouest jusqu'à l'Oued Taërziza, avec des gisements fossilifères notamment au Chabet-en-Mammar. Les petits bivalves pyriteux (*Leda*, *Nuculana*), ont été recueillis dans des schistes jaunes identiques, près du village d'El-Ançor. Enfin, un autre gisement analogue d'Ammonites et bivalves pyriteux vient d'être reconnu par l'un de nous au pied du versant nord du Djebel Kahar (extrémité sud-ouest du massif d'Arzeu).

Presque partout, les assises précédentes surmontent une puissante série de schistes argileux et quartzites, en bancs parfois épais, qui s'étendent, avec des interruptions, sur les deux versants du Murdjadjo, et présentent leur plus grand développement à l'ouest du Djebel-Ahoun jusqu'à la limite de la feuille d'Oran. Nous n'éprouvons aucune hésitation, malgré l'absence de fossiles, à attribuer au *Néocomien* (s. l.) ces assises qui rappellent entièrement les schistes et quartzites infracrétaciques du massif

---

(1) L. Gentil, *Esquisse stratigraphique et pétrographique du bassin de la Tafna*, Alger, 1902.

(2) A. Pomel, *Description stratigraphique de l'Algérie*, 1889.

d'Arzeu, et ceux de même âge du massif de Blida. Elles se trouvent comprises entre l'Oxfordien fossilifère et les schistes barrêmiens indiqués ci-dessus.

La région d'Ahoun a permis également de découvrir une nouvelle zone fossilifère au-dessus de l'Oxfordien. A la tête du Chabet-el-Morarba, un petit banc de calcaire rognonneux se montre pétri de moules calcaires d'Ammonites, généralement déformées, parmi lesquelles dominent les *Perisphinctes*. Nous avons pu reconnaître *Perisphinctes* cf. *Lucingensis, Phylloceras mediterraneum, Haploceras* cf. *Erato, Simoceras* sp., *Oppelia* sp. *Neumayria* sp.? Bien que très indéterminée, cette faune offre des rapprochements avec celle des couches de Birmensdorf, et de l'*Argovien* de Trept. C'est un nouvel horizon jusqu'ici inconnu dans le littoral algérien.

De la comparaison des facies, ainsi que de l'étude tectonique du chaînon de Santa-Cruz et du Santon de Mers-el-Kébir, nous sommes amenés à conclure que les schistes et quartzites qui forment la majeure partie de la *falaise* du *Port-d'Oran* appartiennent au *Néocomien*. On les voit en effet, en dessous de la chapelle de Santa-Cruz, pincés dans un synclinal callovien, synclinal qui se dédouble et s'élargit vers l'Est, avec abaissement rapide de l'axe de manière à présenter une grande épaisseur de schistes et quartzites dans la falaise artificielle.

Cette chaîne, indépendamment de la couverture miocène discordante, se présente comme constituée par une série de dômes ou de plis aigus de dolomies liasiques, ou même de calcaires jaunes ou calcschistes du Lias moyen et supérieur, plis déversés au Sud sur une série schisteuse étirée pouvant comprendre le Lias supérieur, le Callovien, l'Oxfordien, le Néocomien et le Barrêmien.

Le Djebel Santon de Mers-el-Kébir se présente dans les mêmes conditions tectoniques; un noyau dolomitique surtout développé à l'Ouest, déversé sur des zones étirées de Lias supérieur, de Callovien et de Néocomien, et passant au Nord, sous le Lias supérieur et le Néocomien, qui est à son tour recouvert par une écaille de dolomies et calcaires liasiques, en falaise démantelée sur le rivage.

L'analogie de structure du massif d'Oran avec le massif d'Arzeu se précise par le déversement des plis jurassiques sur le Néocomien, ainsi que l'un de nous avait été conduit à l'admettre dès 1898 [1].

Le facies schisteux du Crétacique inférieur se maintient ainsi d'une façon remarquable dans les chaînes fortement plissées du littoral de l'Algérie : dans le massif de Blida, la chaîne des Beni-Menacer, et dans l'est

(1) Ficheur, *Note sur la constitution géologique du massif d'Arzeu* (*A. F. A. S.*, 1898).

d'Alger, où nous l'avons reconnu dans la chaîne des Babors (massif de Kerrata). Nous reprenons également à ce sujet une opinion émise par nous en 1892, sur l'attribution au Néocomien d'une assise de schistes et quartzites qui avoisine le Djebel Sfyan dans les Trara.

Ainsi se vérifie de plus en plus la règle constante qui préside à la répartition des facies des différents étages crétaciques en Algérie suivant des zones sensiblement parallèles au littoral.

GÉOLOGIE. — *Sur les argiles yprésiennes de l'Aisne et les conditions climatériques à l'époque lutétienne.* Note de M. **Paul Fritel**, présentée par M. de Lapparent.

Les argiles qui se montrent, dans la partie méridionale du département de l'Aisne, au sommet des sables yprésiens et qui atteignent dans cette région une épaisseur de plusieurs mètres, peuvent être placées exactement sur le niveau des grès de Belleu.

D'après mes observations, ces argiles s'amincissent vers le sud, jusqu'à n'avoir plus que quelques décimètres à Croüy-sur-Ourcq, où l'on peut voir leur contact : d'une part avec les sables yprésiens, de l'autre avec le calcaire grossier; et, des renseignements verbaux qu'a bien voulu me donner M. Thomas, il appert que ce contact avec les sables sous-jacents s'observe même à quelques centaines de mètres au sud-est de Troësnes.

Les empreintes végétales que l'on recueille dans ces argiles, et à l'étude desquelles je me livre en ce moment, sont, pour la plupart, absolument identiques à celles qui se rencontrent dans les grès de Belleu, mais, alors que celles-ci sont d'une conservation rudimentaire, celles de l'argile de Troësnes, au contraire, ne laissent rien à désirer sous ce rapport. Cette circonstance permet de préciser les caractères de cette flore mieux que ne l'a fait Watelet.

Les espèces du gisement de Troësnes sont au nombre d'une vingtaine environ. Parmi celles qui se rencontrent également dans les grès de Belleu, je citerai : le *Cinnamomum Larteti* Wat. qui paraît très répandu et se montre ici, comme à Belleu d'ailleurs, assez polymorphe.

Le *Cinnamomum sezannense* de Sap., représenté par une forme très voisine de celle que Watelet avait nommée *Daphnogene pedunculata* et que de Saporta et Marion rapportèrent postérieurement à l'espèce de Sézanne.

Le *Daphnogene elegans* Wat., que je crois reconnaître dans la base d'une feuille, qui me laisse cependant des doutes.

Plusieurs belles empreintes que l'on doit identifier aux formes citées par Watelet sous les noms de *Persea Brongniarti* et *P. belenensis*.

Le grand *Ficus Deshayesi* Wat., très caractéristique de Belleu, est également représenté à Troësnes.

J'ajouterai que la présence des Légumineuses, très communes à Belleu, est révélée dans les argiles par la découverte de folioles d'une admirable conservation.

En dehors de ces espèces, communes aux deux gisements, il en est qui me paraissent particulières aux argiles de Troësnes et dont je n'ai pu trouver les analogues dans aucune des flores paléocènes de nos régions, décrites jusqu'à ce jour.

Enfin dans un troisième groupe viennent se placer quelques formes très voisines d'espèces signalées dans des gisements ou plus anciens ou plus récents.

En résumé, par leur position stratigraphique, comme par la composition de leur flore, ces argiles de Troësnes me paraissent devoir être considérées comme un prolongement latéral du grès de Belleu et semblent démontrer la persistance, jusqu'à l'Yprésien supérieur, du régime lagunaire qui prévaut, dans le Nord de la France, à l'époque sparnacienne.

L'ampleur du feuillage des espèces qui constituent cette flore indique certainement un climat chaud et humide, ce qui la différencie essentiellement de celle du calcaire grossier supérieur (*banc vert*), qui lui succède dans le temps, et dont j'ai constaté la présence dans la même localité.

Les formes rabougries et coriaces de la flore lutétienne attestent la sécheresse du climat à cette époque, comme l'avait déjà constaté de Saporta.

Enfin par l'étude de ces différents matériaux on est amené à conclure que, durant le laps de temps pendant lequel la mer du calcaire grossier déposait ses sédiments, des changements sont survenus dans la géographie et partant dans les conditions climatériques, assez importants pour modifier complètement, en un point donné de la région parisienne, les caractères de la végétation.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les trajectoires des corpuscules electriques dans l'espace sous l'influence du magnétisme terrestre, avec application aux aurores boréales et aux perturbations magnétiques.* Note de M. **Carl Störmer**, présentée par M. H. Poincaré.

Comme on le sait, d'après M. Kr. Birkeland, les aurores boréales sont dues à des rayons cathodiques ou analogues émanés du Soleil et aspirés vers les pôles magnétiques de la terre. Pour vérifier cette hypothèse, il a

fait quelques expériences remarquables en exposant une petite *terrella* magnétique à un faisceau de rayons cathodiques.

Si l'on considère les rayons cathodiques comme formés de corpuscules chargés d'électricité et se mouvant avec des vitesses énormes, on est conduit au problème fondamental de trouver les trajectoires de ces corpuscules dans l'espace sous l'influence du magnétisme terrestre, problème qui peut être traité par l'Analyse mathématique. Les résultats obtenus intéresseront non seulement la théorie des aurores boréales, mais aussi celle des perturbations magnétiques, en supposant celles-ci dues à des courants de corpuscules électriques en dehors de la terre.

Dans un Mémoire publié en 1904 j'ai donné les premiers résultats de l'application de l'Analyse mathématique à ce problème, résultats qui semblent vérifier l'hypothèse de M. Birkeland. Les recherches ont été continuées depuis; en voici un court résumé :

Rappelons d'abord les équations différentielles des trajectoires des rayons cathodiques dans un champ magnétique; en prenant l'arc s de la trajectoire comme variable indépendante, ces équations différentielles seront, en coordonnées cartésiennes,

$$\text{(I)} \qquad \pm a \frac{d^2 x}{ds^2} = Z \frac{dy}{ds} - Y \frac{dz}{ds},$$

avec deux autres équations qu'on en peut déduire par symétrie.

Ici X, Y et Z sont les composantes de la force magnétique au point (x, y, z) et a est une constante dépendant de la nature du corpuscule et de sa charge. Enfin, si la charge est négative, il faut choisir le signe $+$; si elle est positive, le signe $-$.

Quant au champ magnétique de la terre en dehors de celle-ci, X, Y et Z sont les dérivées partielles d'un potentiel newtonien qui peut être développé en série convergente; en particulier pour des distances de la terre plus grandes que 1 million de kilomètres par exemple, le champ magnétique peut être considéré, avec une grande approximation, comme étant dû à un aimant élémentaire ayant pour moment environ $8,52 . 10^{25}$ unités magnétiques, placé au centre de la Terre avec son axe le long de l'axe magnétique de celle-ci.

On est donc conduit, comme première approximation, à traiter le problème en supposant le champ magnétique comme dû à un aimant élémentaire. Dans ces conditions le système (I) donne

$$\text{(II)} \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{d^2 x}{ds^2} &= \frac{c^2}{r^5}\left[3yz\frac{dz}{ds} - (3z^2 - r^2)\frac{dy}{ds}\right], \\ \frac{d^2 y}{ds^2} &= \frac{c^2}{r^5}\left[(3z^2 - r^2)\frac{dx}{ds} - 3xz\frac{dz}{ds}\right], \\ \frac{d^2 z}{ds^2} &= \frac{c^2}{r^5}\left[3xz\frac{dy}{ds} - 3yz\frac{dx}{ds}\right], \end{aligned} \right.$$

c est une constante.

On peut, par un choix convenable des unités, supposer $c = 1$.

Considérons donc le cas où $c = 1$. En introduisant au lieu de x et de y les coordonnées semi-polaires R et φ, on trouve

$$(\text{III})\qquad \begin{cases} R^2 \dfrac{d\varphi}{ds} = 2\gamma + \dfrac{R^2}{r^3}, \\ \dfrac{d^2 R}{ds^2} = R\left(\dfrac{d\varphi}{ds}\right)^2 + \dfrac{r^2 - 3z^2}{r^5} R \dfrac{d\varphi}{ds}, \\ \dfrac{d^2 z}{ds^2} = \dfrac{3z}{r^5} R^2 \dfrac{d\varphi}{ds}, \end{cases}$$

où γ est une constante d'intégration.

En éliminant $\dfrac{d\varphi}{ds}$ et en remarquant que $ds^2 = dR^2 + dz^2 + R^2\,d\varphi^2$, on obtient

$$(\text{IV})\qquad \begin{cases} \dfrac{d^2 R}{ds^2} = \dfrac{1}{2}\dfrac{\partial Q}{\partial R}, \qquad \dfrac{d^2 z}{ds^2} = \dfrac{1}{2}\dfrac{\partial Q}{\partial Z}, \\ \left(\dfrac{dR}{ds}\right)^2 + \left(\dfrac{dz}{ds}\right)^2 = Q, \end{cases}$$

où l'on a posé

$$Q = 1 - \left[\frac{2\gamma}{R} + \frac{R}{(R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}\right]^2.$$

Or, en prenant ici pour un moment s comme étant le temps et R et z les coordonnées cartésiennes d'un point matériel p de masse 1 dans un plan, le système (IV) représente les équations de mouvement de p sous l'influence d'une force dérivant de la fonction de force $\frac{1}{2}$Q. Tous les résultats connus relatifs à un tel système peuvent donc être appliqués au système (IV) ce qui donne des résultats correspondants sur les trajectoires dans l'espace. Par exemple, la condition $0 \lesseqgtr Q \lesseqgtr 1$ définit, pour chaque valeur de γ, les parties de l'espace qui ne peuvent contenir de trajectoires.

Quant à l'intégration du système (IV) elle se réduit à l'intégration d'une équation différentielle du second ordre, de même forme que l'équation des lignes géodésiques d'une surface, suivie d'une quadrature. Une nouvelle quadrature donne l'angle φ, ce qui détermine la trajectoire dans l'espace.

Cependant, je n'ai pas réussi à intégrer l'équation du second ordre mentionnée en dernier lieu : pour les applications physiques cela n'est même pas nécessaire; en effet, les méthodes d'intégration numérique suffisent pour faire connaître les trajectoires avec assez d'approximation pour en tirer des conclusions importantes.

Pour les applications aux aurores boréales, un problème fondamental consistait à déterminer toutes les trajectoires venant de l'infini et passant

par l'origine. Par la forme même de la partie de l'espace où $0 \leqq Q \leqq 1$, on voit d'abord que de telles trajectoires ne peuvent exister que pour $-1 < \gamma \leqq 0$. Pour $\gamma = 0$, on a comme solution évidente l'axe des z. Pour les autres valeurs de γ, les intégrations numériques ont conduit au théorème suivant :

Pour chaque valeur négative de γ, *il existe deux courbes intégrales et deux seulement, du système* (IV) *passant par l'origine.*

En posant $R = r\cos\psi$, $z = r\sin\psi$, ces deux courbes seront représentées aux environs de l'origine par le développement asymptotique

$$r = \frac{1}{\alpha^2}\cos^2\psi + \frac{3}{8\alpha^{10}}\left(\cos^{10}\psi + \cos^{12}\psi + \frac{15}{16}\cos^{14}\psi + \frac{27}{32}\cos^{16}\psi + \ldots\right)$$

où $\alpha^2 = -2\gamma$. La partie correspondante de la trajectoire dans l'espace s'obtient en y associant cet autre développement asymptotique

$$\pm(\varphi - \varphi_0) = \frac{3}{16}r^2 + \frac{9\alpha^2}{64}r^3 + \frac{453\alpha^4}{4096}r^4 + \frac{3651\alpha^6}{40960}r^5 + \ldots$$

où φ_0 est une constante d'intégration. Il faut choisir le signe + ou le signe — selon que le corpuscule s'approche ou s'éloigne de l'origine.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur deux plans en relief du Paringu et de Soarbele (Karpates méridionales) exécutés d'après des levés topographiques inédits.* Note de M. E. DE MARTONNE, présentée par M. de Lapparent.

J'ai signalé en 1899 l'intérêt du massif du Paringu au point de vue de la morphologie glaciaire et annoncé l'intention d'en exécuter un plan en relief (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 894). Des difficultés d'ordre matériel ne m'ont permis de réaliser ce projet que tout récemment. La photographie présentée à l'Académie reproduit à l'échelle de $\frac{1}{75000}$ environ le relief au $\frac{1}{25000}$.

La partie la plus élevée du massif du Paringu est seule représentée. Le point le plus bas est à 1050^{m} (gorge du Jietu), le plus élevé à 2529^{m} (V. Mândra). Les hauteurs ne sont pas exagérées.

Le modèle en gradin a été exécuté par M. Perron, de Genève, par le même procédé que son relief de la Suisse au $\frac{1}{100000}$, d'après ma Carte manuscrite au $\frac{1}{25000}$. Cette Carte, où les courbes de niveau sont tracées de 10^{m} en 10^{m}, est, pour la partie située en territoire austro-hongrois, la reproduction des minutes au $\frac{1}{25000}$ de la Carte autrichienne, revues et complétées comme il était nécessaire pour les cirques. La plus grande partie de la Carte ($\frac{4}{5}$ environ) est un travail original. Les cirques de Gâuri,

Gâlcescu et Jesul ont été levés au $\frac{1}{10000}$ à la planchette, avec la règle à éclimètre du colonel Goulier. Le reste du massif a fait l'objet d'une triangulation graphique exécutée au moyen de tours d'horizon, avec la règle à éclimètre. Chaque cirque a été levé à la boussole alidade et un grand nombre d'altitudes ont été déterminées barométriquement.

Le rapprochement des courbes (représentées par une épaisseur de $0^{mm},4$) laissait peu de champ à l'art dans le modelé du type à gradins. Il a cependant été soumis à plusieurs revisions minutieuses. J'ai repris moi-même la plupart des détails caractéristiques. De nombreuses photographies et dessins ont été utilisés.

Le relief du Paringu permet de reconnaître tous les caractères essentiels de la morphologie des hauts sommets des Karpates méridionales.

Le grand développement des cirques glaciaires frappe au premier coup d'œil. Ils entaillent de tous côtés le bloc montagneux aux formes lourdes. On lit aisément sur la topographie l'extension des anciens glaciers, beaucoup plus développés sur le versant Nord que sur le versant Sud. Ce contraste n'est pas dû seulement à l'exposition, mais à la pente générale, moins raide sur le versant Nord, où les surfaces supérieures à 1900^m sont beaucoup plus étendues que sur le versant Sud.

Un contraste plus curieux est celui entre les vallées exposées à l'Ouest et à l'Est. Celles-ci ont été occupées par des glaciers importants, particulièrement dans la partie orientale du massif où l'altitude moyenne est plus élevée qu'on ne serait tenté de le croire, aucun point ne dépassant 2200^m.

Le développement plus ou moins grand des cirques détermine les caractères de la topographie. Le versant Nord est découpé par eux en crêtes de caractère alpin, tandis que le versant Sud garde les formes lourdes préglaciaires.

J'ai indiqué l'origine de ces formes de hauts sommets karpatiques [*Sur la plate-forme des hauts sommets des Alpes de Transylvanie* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1440-1442)]. On doit y voir la trace d'une surface très voisine de l'état de pénéplaine, dont le déplacement par rapport au niveau de base date du Tertiaire. Le relief du Paringu permet de vérifier l'exactitude des faits avancés.

On ne peut manquer d'être frappé par l'uniformité des points culminants dans toute la partie orientale. C'est dans un véritable plateau que sont découpés les cirques. La profondeur des vallées, l'énergie de l'érosion qui s'y exerce sont d'autre part en désaccord si manifeste avec cette topographie sénile des hauteurs qu'il nous paraît impossible d'échapper à la conclusion que le modelé des sommets et celui des pentes inférieures ne sont pas du même âge. La période glaciaire est venue s'emparer des hautes Karpates en

pleine période de rajeunissement. Elle a singulièrement accéléré la dégradation des sommets, mais sans cependant effacer entièrement leur caractère original de plate-forme ondulée.

Telles sont les principales constatations auxquelles donne lieu l'examen du relief du Paringu. Une étude attentive révélerait une foule de détails que nous ne pouvons que signaler ici : roches moutonnées, lacs glaciaires, lacs d'éboulis, erratique de névé, gorges postglaciaires, captures accomplies ou imminentes. Les moraines ne sont pas bien conservées. C'est ce qui nous a déterminé à exécuter le relief de *Soarbele*, dont une photographie est soumise en même temps à l'Académie.

Soarbele est une vallée glaciaire située sur la frontière, en territoire roumain près des sources de la Cerna et du Jiu. J'y ai découvert en 1900 les plus belles moraines de toute la région karpatique méridionale (voir *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1900, p. 360-363). En 1903 j'en ai fait le levé topographique au dix-millième à la planchette et avec la règle à éclimètre. Les courbes étaient de 5^m en 5^m. Le relief a été établi comme celui du Paringu.

On distingue au premier coup d'œil le cirque originaire du glacier, la vallée en U où il s'est avancé, la gorge d'érosion en V qui lui fait suite, et trois séries de moraines. La moraine externe descendant à 1400^m est la plus ancienne, la plus considérable, mais aussi la moins bien conservée. L'érosion y a déjà creusé deux sillons. La série moyenne présente une topographie chaotique des plus frappantes. La dernière moraine a gardé la forme du fer à cheval classique.

Les reliefs du Paringu et de Soarbele peuvent être considérés non seulement comme des démonstrations scientifiques mais comme des moyens d'enseignement. Ils permettent de faire saisir aux élèves les contrastes entre la topographie glaciaire et la topographie d'érosion subaérienne; l'influence de l'exposition et du relief sur le développement des glaciers locaux; le rôle joué par les cirques dans le développement des formes de haute montagne; les caractères d'une pénéplaine soulevée; enfin les formes diverses des moraines stadiaires. C'est à ce titre qu'ils ont été distribués à 25 musées et Instituts d'Universités en France, Belgique, Suisse, Allemagne, Autriche-Hongrie, Roumanie et Etats-Unis.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 21 mai 1906.)

Note de M. *Seguin*, Sur l'identité d'*Hemypigus tuberculosus* et d'*Hemicidaris crenularis* :

Page 1167, la position des figures doit être la suivante :

Fig 1.

Fig. 2.

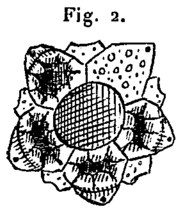
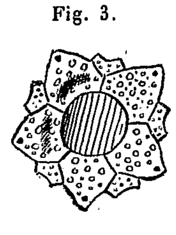


Fig. 3.



(Séance du 11 juin 1906.)

Note de M. *de Forcrand*, Sur l'orthographe du mot cæsium :

Page 1318, ligne 8 en remontant, *au lieu de* du cæsium, *lisez* de cæsium.
Page 1319, ligne 4, *au lieu de* gros bleu, *lisez* gris bleu.
Même page, lignes 7 et 9, *au lieu de* monuments, *lisez* manuscrits.
Même page, ligne 8, *au lieu de* sont cætia, *lisez* ont cætia.
Même page, ligne 13, *au lieu de* lecture, *lisez* latin.

(Séance du 18 juin 1906.)

Note de M. *Berthelot*, Recherches sur la synthèse directe de l'acide azotique, etc. :

Page 1370, ligne 20, *au lieu de* $12^{cm^3},6$ d'oxygène, empruntés, etc., *lisez* : 9^{cm^3} d'oxygène, soit en tout $12^{cm^3},6$ de gaz, empruntés, etc.

Note de M. *Armand Gautier*, Action de l'oxyde de carbone, au rouge, sur la vapeur d'eau et de l'hydrogène sur l'acide carbonique. Application de ces réactions à l'analyse des phénomènes volcaniques :

Page 1385, ligne 14 en remontant, équation (C), *lisez*

$$3CO^2 + 3H^2 = CO + H^2O + 2H^2 + 2CO^2.$$

FIN DU TOME CENT QUARANTE-DEUXIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1906.

TABLE DES MATIERES DU TOME CXLII.

A

ASTRONOMIE.

B

BACTÉRIOLOGIE.

BIOLOGIE.

BOTANIQUE.

C

CHIMIE ANALYTIQUE.

CHIMIE INORGANIQUE.

CHIMIE ORGANIQUE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE.

CHIMIE PHYSIQUE.

CHIMIE VÉGÉTALE.

Pages.

CRISTALLOGRAPHIE.

D

E

ÉLECTRICITÉ.

F

G

H

I

L

M

MÉDECINE.

MINÉRALOGIE.

N

O

P

PÉTROGRAPHIE.

PHYSIOLOGIE.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE.

PHYSIQUE.

PHYSIQUE DU GLOBE.

Q

R

S

T

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Y

Z

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS
37825 Quai des Grands-Augustins 55.